

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.

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. – канд. 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.,
Бартынский университет (Бартын, 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)

Блиев С. Г. – д-р с.-х. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, 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)

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)

Кумыков А. М. – д-р филос. 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)

Тарчочков 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)

Чапликас Ионас – д-р экон. наук, проф.,
Витаутас Магнус Университет (Каунас, Литва)

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)

Эфендиев Ф. С. – д-р филос. наук, проф.,
Северо-Кавказский государственный институт искусств
(Нальчик, 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.

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

EDITOR-IN-CHIEF:

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

ASSISTANTS CHIEF EDITOR:

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

Abdulkhalikov R.Z. Assoc. Prof., Ph.D.
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)

Bliev S.G. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, 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)

Kambulov S.I. – Assoc. Prof., Dr. Sci., Agrarian
Scientific Center «Donskoy» (Zernograd, Russia)

Kudaev R.H. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Kumykov A.M. – 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)

Maximov V.I. – Prof., Dr. Sci.,
The K.I. Scryabin Moscow State Academy of Veterinary
Medicine and Biotechnology – MVA (Moscow, Russia)

Marchenko V.V. – Prof., Dr. Sci., Corr. Member of RAS,
All-Russian Research Institute of Pedigree Business
(Moscow region, Lesnye Polyany village, Russia)

Nazranov Kh.M. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Nesmiyanov I.A. – Assoc. Prof., Ph. D., Volgograd SAU
(Volgograd, Russia)

Pshikhachev S.M. – Assoc. Prof., Ph. D.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, 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)

Čaplikas Ionas – Prof., Dr. Sci., Vitautas Magnus University
(Kaunas, Lithuania)

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)

Efendiev F.S. – Prof., Dr. Sci., North Caucasian State
Institute of Arts (Nalchik, Russia)

Yuldashbaev Yu.A. – Prof., Dr. Sci., Academician
of RAS, RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev
(Moscow, Russia)

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Тамахина А. Я. Розоцветные (Rosaceae Juss.) флоры Кабардино-Балкарии.....	7
---	---

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Назранов Х. М., Назранов Б. Х. Влияние использования лигногумата на урожайность и качественные параметры томата в овощном севообороте.....	18
Хоконова М. Б. Влияние совместного применения гербицидов и минеральных удобрений на химический состав сула и вина.....	26
Шекихачева Л. З. Методологические основы исследования эрозионных процессов в условиях Кабардино-Балкарской Республики.....	31
Шибзухов З.-Г. С., Кишев А. Ю., Айсанов Т. С., Шибзухова З. С., Гуляжинов И. Х. Изучение гибридов сахарной кукурузы в условиях предгорной зоны КБР.....	38

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Абдулхаликов Р. З., Тарчоков Т. Т., Айсанов З. М., Тлейншева М. Г., Хасанова З. С. Продуктивные особенности голштинских коров при внутрилинейном подборе и реципрокном кроссе линий.....	45
Абдулхаликов Р. З., Шахмурзов М. М., Тарчоков Т. Т., Шевхужев А. Ф. Экономическая эффективность использования высокой энергии роста бычков.....	58
Калашников А. Е., Ялуга В. Л. Изменение встречаемости аллелей EAV-локуса групп крови у скота холмогорской породы вследствие голштинизации.....	66
Косилов В. И., Юлдашбаев Ю. А., Рахимжанова И. А., Быкова О. А., Седых Т. А. Качественные показатели длиннейшей мышцы спины бычков разных генотипов.....	79
Таов И. Х., Тарчоков А. Т., Биттиров И. А. Показатели белкового обмена у нетелей в течение стельности и под влиянием биотехнических обработок.....	88
Толочка В. В., Косилов В. И., Гармаев Д. Ц., Юлдашбаев Ю. А. Экстерьерные особенности бычков мясных пород в Приморском крае.....	93

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Апажев А. К., Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Болотоков А. Л. Оптимизация состава трехкомпонентной биотопливной смеси.....	102
Батыров В. И., Дзуганов В. Б., Апхудов Т. М. Совершенствование методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей.....	112
Габаев А. Х., Мишхожев В. Х. Катушечный высевяющий аппарат зерновой сеялки и факторы, влияющие на высев заданных норм.....	122
Мисиров М. Х., Егожев А. А. Некоторые особенности обработки почв режущим клином.....	130

Хоконов А. Б., Хоконова М. Б. Биохимические процессы при вторичном брожении яблочных соков и хранении игристых вин.....	138
---	------------

ЭКОНОМИКА

Казиев В. М., Микитаева И. Р., Гуппоева Д. С. Структурный анализ кадастровой стоимости земельных участков населенных пунктов (на примере Кабардино-Балкарской Республики)	145
---	------------

ЮБИЛЯРЫ

Кудаеву Руслану Хажимусаевичу – 65 лет.....	153
---	------------

CONTENTS

BIOLOGICAL RESOURCES

Tamakhina A.Ya. Rose-colored (Rosaceae Juss.) flora of Kabardino-Balkaria.....	7
--	---

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

Nazranov Kh.M., Nazranov B.Kh. The influence of the use of lignohumate on the yield and quality parameters of tomato in vegetable crop rotation.....	18
--	----

Khokonova M.B. Impact of combination application of herbicides and mineral fertilizers on the chemical composition of must and wine.....	26
--	----

Shekikhacheva L.Z. Methodological bases for studying erosion processes in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic	31
--	----

Shibzukhov Z.-G.S., Kishev A.Yu., Aisanov T.S., Shibzukhova Z.S., Gulyazinov I.Kh. Studying hybrids of sugar corn under the conditions of the foothill zone of the KBR.....	38
---	----

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Abdulkhalikov R.Z., Tarchokov T.T., Aisanov Z.M., Tleynsheva M.G., Khasanova Z.S. Productive features of holstein cows with intra-linear selection and reciprocal cross of lines.....	45
---	----

Abdulkhalikov R.Z., Shakhmurzov M.M., Tarchokov T.T., Shevkhuzhev A.F. Economic efficiency of using high energy of bulls' growth.....	58
---	----

Kalashnikov A.E., Yaluga V.L. Changes in the occurrence of alleles of the EAB-locus of blood groups in cattle of the kholmogorsky breed due to holsteinization.....	66
---	----

Kosilov V.I., Yuldashbayev Yu.A., Rakhimzhanova I.A., Bykova O.A., Sedykh T.A. Qualitative indicators of the longest back muscle of bulls of different genotypes.....	79
---	----

Taov I.Kh., Tarchokov A.T., Bittirov I.A. Indicators of protein metabolism of heifers during pregnancy and under the influence of biotechnical treatments	88
---	----

Tolochka V.V., Kosilov V.I., Garmaev D.Ts., Yuldashbayev Yu.A. Exterior features of beef bulls in Primorsky krai.....	93
---	----

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Bolotokov A.L. Optimization of the composition of a three-component biofuel mixture.....	102
--	-----

Batyrov V.I., Dzuganov V.B., Aphudov T.M. Improvement of the method of classification characteristics of vehicle operating conditions.....	112
--	-----

Gabaev A.Kh., Mishkhozhev V.Kh. Reel seeding unit of a grain seeder and factors affecting seeding of set rates.....	122
---	-----

Misirov M.Kh., Egozhev A.A. Some features of soil cultivation with a cutting wedge.....	130
---	-----

Khokonov A.B., Khokonova M.B. Biochemical processes during secondary fermentation of apple juice and storage of sparkling wines.....	138
--	------------

ECONOMY

Kaziev V.M., Mikitaeva I.R., Gypoeva D.S. Structural analysis of the cadastral value of land plots in settlements on the example of the Kabardino-Balkarian Republic.....	145
---	------------

ANNIVERSARIES

Kudaev Ruslan Khazhimusaevich is 65 years old.....	153
--	------------

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

BIOLOGICAL RESOURCES

Научная статья

УДК 581.5:582.711

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-7-17

Розоцветные (Rosaceae Juss.) флоры 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. В таксономической структуре флоры Кабардино-Балкарской Республики (КБР) семейство Rosaceae Juss. входит в пятерку ведущих, однако специального исследования розоцветных на территории республики до настоящего времени не проводилось. В связи с этим целью работы стал географический и биоморфологический анализ, оценка биоразнообразия и ресурсного потенциала региональной флоры Rosaceae Juss. В настоящее время семейство Rosaceae флоры КБР объединяет 29 родов и 145 видов. Большинство родов имеют слабую видовую насыщенность (1-2 вида). К крупным родам отнесены *Potentilla*, *Rosa*, *Alchemilla*, к средним – *Cotoneaster*, *Crataegus* и *Rubus*, к мелким – *Sorbus*, *Geum* и *Fragaria*. Распределение видов по флористическим подрайонам КБР неоднородно. Произрастание в разных высотных поясах, отмеченное для 64,8% видов, свидетельствует о широкой экологической пластичности многих розоцветных. Сходство локальных флор *Rosaceae* варьирует от очень низкого (степная и горная зоны) до высокого (высокогорные районы). Родовой коэффициент положительно коррелирует с числом видов флористических подрайонов и варьирует от 4,44 (Эльбрусский) до 1,20 (Терско-Прохладненский). Оригинальность сем. Rosaceae максимальна в Эльбрусском флористическом подрайоне (3,45% от общего числа видов). Флора розоцветных отмечена третичными и гляциальными реликтами, красно-книжными видами, нуждающимися наряду с узкими эндемиками в охране. По преобладающим группам геоэлементов флора Rosaceae Juss. Кабардино-Балкарии является бореально-общеголарктическо-древнесредиземноморской. Биоморфологический спектр флоры относится к фанерофитно-гемикриптофитному типу. Ввиду многоцелевого хозяйственного использования ряда видов сем. Rosaceae актуальна ресурсная и экологическая оценка запасов дикоросов для вовлечения их в хозяйственный оборот.

Ключевые слова: Rosaceae Juss., биоразнообразие, флористический подрайон, географический анализ, биоморфологический анализ, жизненная форма, геоэлемент, эндемик, реликт, ресурсное значение

Для цитирования. Тамахина А. Я. Розоцветные (Rosaceae Juss.) флоры Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 7–17. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-7-17

Original article

Rose-colored (Rosaceae Juss.) flora 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. In the taxonomic structure of the flora of the Kabardino-Balkarian Republic (KBR), the family Rosaceae Juss. is in the top five. However, a special study of the rose-colored on the territory of the republic has not been carried out so far. In this regard, the purpose of the work was a geographical and biomorphological analysis, assessment of biodiversity and resource potential of the regional flora Rosaceae Juss. At present, the family Rosaceae of the KBR flora unites 29 genera and 145 species. Most of the genera have a weak species saturation (1-2 species). *Potentilla*, *Rosa*, *Alchemilla* are assigned to large genera, *Cotoneaster*, *Crataegus* and *Rubus* to medium ones, *Sorbus*, *Geum* and *Fragaria* to small ones. The distribution of species over the floristic subdistrict of the KBR is not uniform. Growth in different altitudinal zones, noted for 64.8% of the species, indicates the wide ecological plasticity of many Rosaceae. The similarity of the local floras of Rosaceae varies from very low (steppe and mountain zones) to high (alpine regions). The generic coefficient positively correlates with the number of species of floristic subareas and varies from 4.44 (Elbrus subdistrict) to 1.20 (Tersko-Prokhladnensky subdistrict). The originality of the Rosaceae is maximum in the Elbrus floristic subdistrict (3.45% of the total number of species). The flora of the Rosaceae is marked by tertiary and glacial relics, red-listed species, which, along with narrow endemics, need protection. According to the predominant groups of geoelements, the flora Rosaceae Juss. is boreal-common-holarctic-ancient mediterranean. The biomorphological spectrum of the flora belongs to the phanerophytic-hemicryptophytic type. In view of the multi-purpose economic use of a number of Rosaceae species the resource and ecological assessment of wild plants stocks is relevant for their involvement in the economic turnover.

Keywords: Rosaceae Juss., biodiversity, floristic subarea, geographic analysis, biomorphological analysis, life form, geoelement, endemic, relic, resource value

For citation. Tamakhina A.Ya. Rose-colored (Rosaceae Juss.) flora of Kabardino-Balkaria. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):7–17. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-7-17

Введение. Семейство Rosaceae Juss. является одним из самых многочисленных и жизненно важных для человека. Оно включает около 122 родов и более 3000 видов, распространённых преимущественно в умеренных и субтропических областях северного полушария [1–3].

Розоцветные служат основой плодородства и декоративного садоводства. Ряд видов имеют ценную древесину, являются хорошими медоносами, применяются в полезном лесоразведении, медицине, фитотерапии. Многие роды семейства имеют лекарственное (*Sorbus* L., *Crataegus* L. и др.), медоносное (*Dasiphora* Raf., *Filipendula* Mill. и др.), декоративное (*Rosa* L., *Spiraea* L. и др.), пищевое (*Fragaria* L., *Rubus* L. и др.), кормовое (*Comarum* L., *Potentilla* L.), техническое (*Geum* L., *Agrimonia* L. и др.), почвоукрепляющее (*Padus* Mill., *Cotoneaster* Medik. и др.) значение [4]. Розоцветные играют значительную роль в биосфере; его представители являются неотъемлемыми составляющими любой растительной формации, а в ряде фитоценозов служат доминантами и субдоминантами [5].

Несмотря на то, что в таксономической структуре флоры Кабардино-Балкарской Республики розоцветные занимают пятое место (6,17% от общего числа видов) [6], специального исследования данного семейства на территории республики до настоящего времени не проводилось. В связи с этим **целью работы** стал эколого-географический и биоморфологический анализ, оценка биоразнообразия и ресурсного потенциала региональной флоры Rosaceae Juss.

Материалы, методы и объекты исследования. Основным методом исследования стал ботанико-географический анализ материалов экспедиционных сборов (2016–2021 гг.), гербарных образцов, публикаций и определителей по флоре Северного Кавказа [7]. Распределение видов Rosaceae Juss. устанавливали по карте-схеме флористических подрайонов КБР (Э – Эльбрусский, ЧЧС – Чегемо-Черемо-Суванский, ЮД – Юрской депрессии, ЛЛ – Лескено-Лашкутинский, ТП – Терско-Прохладенский) [6]. Бета-разнообразие розоцветных оценивали коэффициентом Жаккара (Kj), а сходство матриц – плеядами Терентьева. Для каждого флористического

подрайона рассчитывали родовой коэффициент (РК), как отношение числа видов, обитающих на исследуемой территории, к числу родов, к которым они принадлежат [8]. Анализ жизненных форм проведен по системе Х. Раункиера [9]. При выделении редких и охраняемых видов использованы Красные книги КБР [10] и Российской Федерации [11]. Список эндемиков составлен по аннотированному списку эндемиков Кавказа [12]. Реликты выделены по конспектам флор республик Северного Кавказа [6, 13]. Сведения о полезных свойствах видов заимствованы из литературных источников [4, 6, 14–16].

Результаты исследования. Семейство Rosaceae Juss. флоры КБР включает 29 родов и 145 видов. Крупных родов, содержащих более 19 видов, отмечено три (*Potentilla*, *Rosa*, *Alchemilla*). На их долю приходится 87 видов (60,0%). К средним родам с числом видов 6–7 отнесены *Cotoneaster*, *Crataegus* и *Rubus* (13,1%), а к мелким (3–4 вида) – *Sorbus*, *Geum* и *Fragaria* (7,6%). Большинство родов имеет слабую видовую насыщенность и содержит по 1–2 вида (*Agrimonia*, *Amelanchier*, *Amygdalus*, *Aruncus*, *Cerasus*, *Comarum*, *Cydonia*, *Dryas*, *Duchesnea*, *Filipendula*, *Malus*, *Mespilus*, *Padus*, *Pentaphylloides*, *Poterium*, *Prunus*, *Pyrus*, *Sanguisorba*, *Sibbaldia*, *Spiraea*).

Распределение видов по флористическим подрайонам неоднородно: Э и ЮД – по 71, ЧЧС – 81, ЛЛ – 63, ТП – 12. Виды, приуроченные только к одному флористическому подрайону КБР, составляют 35,2% от общего числа розоцветных, к двум – 33,8%, к трем – 31,0%. Произрастание в разных высотных поясах свидетельствует об отсутствии строгой приуроченности к определенным почвенно-климатическим условиям и широкой экологической пластичности многих видов розоцветных. Сходство видового состава Rosaceae по флористическим подрайонам КБР варьирует от очень низкого ($K_j(\text{Э-ТП})=0,05$) до высокого ($K_j(\text{Э-ЧЧС})=0,71$) (рис. 1).

В целом, сходство локальных флор розоцветных очень слабое, особенно горных и степных районов, и снижается в ряду Э-ЧЧС > ЧЧС-ЮД > Э-ЮД > ЮД-ЛЛ > ЧЧС-ЛЛ > ЛЛ-ТП > Э-ЛЛ > ЮД-ТП > ЧЧС-ТП > Э-ТП.

Значения РК флористических подрайонов КБР значительно различаются (4,44 – Э; 4,18 – ЮД; 4,05 – ЧЧС; 2,86 – ЛЛ; 1,20 – ТП). Вели-

чина РК оказалась положительно скоррелирована с числом видов в подрайонах ($r=0,86$). Полученные результаты свидетельствуют о более благоприятных экологических условиях (высокая степень гетерогенности, разнообразие экологических ниш, снижение или отсутствие конкуренции) для развития таксонов ранга рода и интенсивных видообразовательных процессов в горных условиях [17, 18].

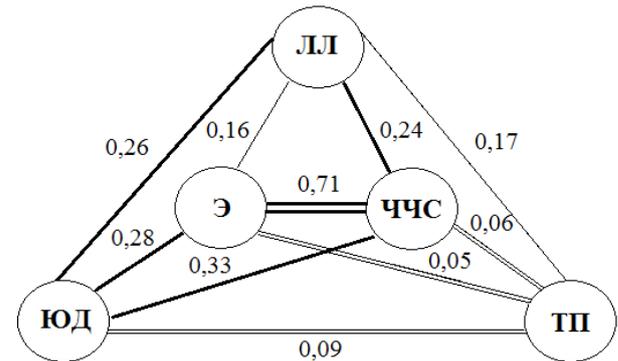


Рисунок 1. Плеяды Терентьева, отражающие сходство видового состава Rosaceae Juss. флористических подрайонов КБР.

Цифрами обозначены значения K_j .
Figure 1. Pleiades of Terentiev, reflecting the similarity of the species composition of Rosaceae Juss. floristic subdistricts of the KBR. The numbers denote the values of K_j .

Во флоре семейства Rosaceae представлены 14 геоэлементов из 5 геотипов (табл. 1). Доминируют геоэлементы бореальной группы (73,1%), включающие кавказский (64 вида), евро-кавказский (20 видов), евро-сибирский (14 видов), эвксинский (2 вида), понтический (1 вид), понтико-южносибирский (3 вида) и циркумбореальный (2 вида) геоэлементы. Геоэлементы общеголарктической группы составляют 17,24%, в т. ч. голарктический – 8,27% и палеарктический – 8,97%. Третье место по числу видов занимают древнесредиземноморские геоэлементы – 7,59%. Плурирегиональные и адвентивные геоэлементы играют незначительную роль (соответственно 0,38% и 0,69%). По преобладающим группам геоэлементов семейства Rosaceae Juss. флоры КБР является бореально-общеголарктико-древнесредиземноморским. Более половины (57,93%) геоэлементов связаны в своём распространении с Кавказской флористической провинцией (кавказские и евро-кавказские геоэлементы).

Таблица 1. Географический спектр видов семейства Rosaceae на территории КБР
Table 1. Geographic spectrum of species of the family Rosaceae within the territory of KBR

Геоэлементы	Количество видов, шт.	Доля от общего числа видов, %
1. Плурирегиональная группа:	2	1,38
1.1 Плурирегиональный	2	1,38
2. Общегоолярктическая группа:	25	17,24
2.1 Голарктический	12	8,27
2.2 Палеарктический	13	8,97
3. Бореальная группа:	106	73,10
3.1 Евро-сибирский	14	9,65
3.2 Кавказский	64	44,14
3.3 Евро-кавказский	20	13,79
3.4 Эвксинский	2	1,38
3.5 Понтический	1	0,69
3.6 Понтичско-южносибирский	3	2,07
3.7 Циркумбореальный	2	1,38
4. Древнесредиземноморская группа:	11	7,59
4.1 Общедревнесредиземноморский	6	4,14
4.2 Средиземноморский	3	2,07
4.3 Ирано-туранский	2	1,38
5. Адвентивные:	1	0,69
5.1 Адвентивный	1	0,69
Итого	145	100,0

Розоцветные исследуемого региона представлены пятью жизненными формами (табл. 2). По числу видов преобладают фанерофиты (Ph – 50,34%) и гемикриптофиты (Hk – 46,9%). Значительно меньше хамефитов, терофитов и криптофитов с суммарным удельным весом 2,76%. Среди фанерофитов доминируют нанофанерофиты (кустарники высотой до 2 м). Количество видов микрофанерофитов (деревьев и кустарников высотой от 2 до 8 м) и мезофанерофитов (деревьев средней высоты – 8-30 м) составляет соответственно 8 и 9. Распределение видов семейства *Rosaceae* Juss. по жизненным формам Раункиера, в частности преобладание Ph и Hk, свидетельствует об умеренно холодном голарктическом характере флоры лесного типа. Таким образом, биоморфологический спектр флоры розоцветных КБР носит гетерогенный характер, выявляя черты приспособления растений к почвенно-климатическим условиям. В целом, биоморфологический спектр относится к фанерофитно-гемикриптофитной флоре.

Таблица 2. Жизненные формы
Rosaceae Juss. флоры КБР
Table 2. Life forms of *Rosaceae* Juss.
flora of the KBR

Жизненные формы	Число видов	Удельный вес, %
Фанерофиты (Ph):	73	50,34
Мезофанерофиты (Phms)	8	5,51
Микрофанерофиты (Phm)	9	6,21
Нанофанерофиты (Phn)	56	38,62
Гемикриптофиты (Hk)	68	46,90
Хамефиты (Ch)	2	1,38
Криптофиты (K)	1	0,69
Терофиты (Th)	1	0,69

В связи с наличием эндемичных и реликтовых видов семейство *Rosaceae* информативно с позиций формирования флоры Кабардино-Балкарии. Оригинальность сем. *Rosaceae* максимальна в Эльбрусском флори-

стическом подрайоне (3,45%), затем следуют ЧЧС и ЮД (по 2,76%), ЛЛ (1,38%). Удельный вес эндемиков уменьшается от высокогорий к низкогорьям (субнивальный > альпийский > субальпийский > лесной пояса). Пятнадцать

видов сем. Rosaceae (10,3% общего от числа видов розоцветных региональной флоры) находятся в locus classicus, в т. ч. 13 видов рода *Rosa* (36,1% от числа видов шиповника флоры КБР) (табл. 3).

Таблица 3. Распределение реликтовых и эндемичных видов сем. Rosaceae Juss. по флористическим подрайонам КБР

Table 3. Distribution of relict and endemic species of the fam. Rosaceae Juss. by floristic subareas of the KBR

Флористический подрайон	Реликты	Эндемики	Виды в классических местах произрастания
ЧЧС	<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medik., <i>Rosa oxyodon</i> Boiss., <i>Rubus saxatilis</i> L., <i>Sorbus aucuparia</i> L., <i>S. graeca</i> (Spach) Lodd. et Schauer, <i>S. subfusca</i> (Ledeb.) Boiss.	<i>Rosa balcarica</i> Galushko, <i>R. terscolensis</i> Galushko, <i>R. uniflora</i> Galushko, <i>R. valentinae</i> Galushko	<i>Alchemilla elisabethae</i> Juz., <i>A. dura</i> Bus., <i>Potentilla alexeenkoi</i> Lypsky, <i>Rosa balcarica</i> Galushko, <i>R. brotherorum</i> Chrshan., <i>R. valentinae</i> Galushko, <i>R. uniflora</i> Galushko, <i>R. terscolensis</i> Galushko
Э	<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medik., <i>Rosa oxyodon</i> Boiss., <i>Rubus saxatilis</i> L., <i>Sorbus aucuparia</i> L., <i>S. graeca</i> (Spach) Lodd. et Schauer, <i>S. subfusca</i> (Ledeb.) Boiss.	<i>Rosa baxanensis</i> Galushko, <i>R. obtegens</i> Galushko, <i>R. terscolensis</i> Galushko, <i>R. uniflora</i> Galushko, <i>R. valentinae</i> Galushko	<i>Alchemilla elisabethae</i> Juz., <i>Rosa baxanensis</i> Galushko, <i>R. brotherorum</i> Chrshan., <i>R. elongata</i> Galushko, <i>R. obtegens</i> Galushko, <i>R. valentinae</i> Galushko, <i>R. uniflora</i> Galushko, <i>R. terscolensis</i> Galushko
ЮД	<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medik., <i>Geum latilobum</i> Somm. et Levier, <i>Pyrus caucasica</i> Fed., <i>Rosa gallica</i> L., <i>R. oxyodon</i> Boiss.	<i>Rosa adenophylla</i> Galushko, <i>R. kossii</i> Galushko, <i>R. tchegemensis</i> Galushko, <i>R. terscolensis</i> Galushko	<i>Alchemilla. dura</i> Bus., <i>Potentilla alexeenkoi</i> Lypsky, <i>Rosa adenophylla</i> Galushko, <i>R. kossii</i> Galushko, <i>R. prokhanovii</i> Galushko, <i>R. tchegemensis</i> Galushko, <i>R. terscolensis</i> Galushko
ЛЛ	<i>Geum latilobum</i> Somm. et Levier, <i>Mespilus germanica</i> L., <i>Pyrus caucasica</i> Fed., <i>Rosa gallica</i> L., <i>Rubus caesius</i> L., <i>Sorbus aucuparia</i> L., <i>S. graeca</i> (Spach) Lodd. et Schauer, <i>S. subfusca</i> (Ledeb.) Boiss.	<i>Rosa adenophylla</i> Galushko, <i>R. tscherekensis</i> Galushko	<i>Alchemilla dura</i> Bus., <i>Rosa adenophylla</i> Galushko, <i>R. tscherekensis</i> Galushko

Местонахождения реликтовых видов дают представление о границах определенных комплексов растительности в разные геологические эпохи. Флора розоцветных отмечена реликтами третичных широколиственных лесов (гравилат широколопастный, мушмула германская, груша кавказская, шиповник французский и острозубчатый, рябина буроватая) и ледниковыми (гляциальными) реликтами (кизильник цельнокрайний, ежевика

сизая, рябина обыкновенная и греческая, костяника каменистая).

Фактором, определяющим пространственную популяционную организацию реликтов, выступает горный высотнопоясной климат, который в отличие от зонального климата равнин представляет собой резко выраженный комплекс мезоклиматов в разных местоположениях горного рельефа [19].

Ареалы реликтов на территории КБР представлены локальными фрагментами некогда цельных, обширных ареалов, претерпевших изменения с третичного периода до наших дней. В связи с этим в региональной системе ООПТ следует учесть, насколько реликты и узкие эндемики будут обеспечены охраной.

В Красную книгу КБР занесены 11 видов розоцветных: миндаль низкий (*Amygdalus nana* L.), лапчатка чудесная (*Potentilla divina* Albov), шиповники: железистолистный (*Rosa adenophylla* Galushko), баксанский (*R. baxanensis* Galushko), Коса (*R. kossii* Galushko), сближенный (*R. obtegens* Galushko), Проханова (*R. prokhanovii* Galushko), чегемский (*R. tchegemensis* Galushko), терскольский (*R. terscolensis* Galushko), одноцветковый (*R. uniflora* Galushko); рябина греческая (*Sorbus graeca* (Sprach) Lodd. ex Schauer). По-

мимо краснокнижных видов, редкими являются: манжетки растопыряющаяся (*Alchemilla divaricans*), лже-мягкая (*A. epidasys*), Тамары (*A. tamarae*); вишня кустарниковая (*Cerasus fruticosa*), сабельник болотный (*Comarum palustre*), кизильники: Мейера (*Cotoneaster meyeri*), Нефёдова (*C. nefedovii*), Сочавы (*C. soczavianus*); лапчатки: Алексеенко (*Potentilla alexeenkoi*), олиственная (*P. foliosa*), многонадрезанная (*P. multifida*), снежная (*P. nivea*), Оверина (*P. oweriniana*); шиповники: плоскошпиль (*Rosa elasmacantha*), колючейший (*R. elongata*), французский (*R. gallica*), Галушко (*R. galushkoi*), хасаутский (*R. khasautensis*), тебердинский (*R. teberdensis*); рябина буроватая (*Sorbus subfusca*).

Все виды семейства Rosaceae обладают комплексом полезных свойств и имеют многоцелевое назначение (табл. 4).

Таблица 4. Полезные свойства видов Rosaceae Juss. флоры КБР
Table 4. Useful properties of Rosaceae Juss. species flora of the KBR

Виды	Лек.	Мед.	Км.	Дек.	Пищ.	Скл.	Пер.	Дуб.	Кр.	Яд.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+	+								
<i>A. pilosa</i> Ledeb.	+		+							
<i>Alchemilla caucasica</i> Bus.	+		+							
<i>A. sericata</i> Reichenb. ex Bus.				+						
<i>A. sericea</i> Willd.				+						
<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.					+	+				
<i>Amygdalus nana</i> L.		+	+	+						
<i>Aruncus vulgaris</i> Rafin.				+						
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench					+					
<i>C. fruticosa</i> Pall.				+		+				
<i>Comarum palustre</i> L.	+	+	+				+	+	+	
<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medik.						+				
<i>C. melanocarpus</i> Lodd.						+				
<i>C. meyeri</i> Pojark.						+				
<i>C. nefedovii</i> Galushko						+				
<i>Crataegus curvisepala</i> Lindm.	+*				+					
<i>C. microphylla</i> C. Koch		+		+			+			
<i>C. monogyna</i> Jacq.		+	+	+	+		+		+	
<i>C. pallasii</i> Griseb.				+						
<i>C. pentagyna</i> Waldst. et Kit.	+			+	+	+				
<i>C. sanguinea</i> Pall.	+*	+	+	+	+		+		+	
<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	+*			+	+					
<i>Dryas caucasica</i> Juz.				+		+				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	+	+		+			+		
<i>F. vulgaris</i> Moench	+	+		+	+		+			
<i>Fragaria moschata</i> (Duch.) Weston	+				+				+	
<i>F. vesca</i> L.	+	+	+		+					
<i>F. viridis</i> (Duch.) Weston	+		+		+					
<i>Geum rivale</i> L.	+				+					
<i>G. urbanum</i> L.	+*	+			+				+	
<i>Malus orientalis</i> Uglitzk	+	+			+					
<i>M. domestica</i> Borkh		+			+					
<i>Mespilus germanica</i> L.	+	+			+					
<i>Padus avium</i> Mill.		+		+	+	+	+			+
<i>Pentaphylloides fruticosa</i> (L.) O. Schwarz	+	+	+	+		+				
<i>Potentilla anserina</i> L.	+	+		+					+	+
<i>P. canescens</i> Bess.	+									+
<i>P. crantzii</i> (Crantz) G. Beck ex Fritsch		+	+							
<i>P. divina</i> Albov				+						
<i>P. erecta</i> (L.) Raeusch.	+*		+						+	
<i>P. gelida</i> C. A. Mey.			+							
<i>P. multifida</i> L.	+							+		
<i>P. nivea</i> L.	+		+							
<i>P. obscura</i> Willd.	+		+					+	+	
<i>P. orientalis</i> Juz.	+		+							
<i>P. oweriniana</i> Boiss.				+						
<i>P. pimpinelloides</i> L.	+									
<i>P. recta</i> L.	+		+					+	+	
<i>P. reptans</i> L.	+									+
<i>P. supina</i> L.	+		+							
<i>Poterium polygamum</i> Waldst. et Kit.		+	+		+					
<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	+*		+	+	+					
<i>P. spinosa</i> L.	+	+	+		+		+			
<i>Pyrus caucasica</i> Fed.		+			+					
<i>Rosa arensii</i> Juz. et Galushko	+	+								
<i>R. balcarica</i> Galushko	+	+		+						
<i>R. balsamica</i> Bess.	+	+		+						
<i>R. baxanensis</i> Galushko	+	+		+						
<i>R. boissieri</i> Crep.	+	+								
<i>R. brotherorum</i> Chrshan.	+					+				
<i>R. buschiana</i> Chrshan.	+					+				
<i>R. canina</i> L.	+*	+		+	+					
<i>R. corymbifera</i> Borkh.	+*	+		+	+	+				
<i>R. elongata</i> Galushko	+									
<i>R. gallica</i> L.	+	+		+	+					
<i>R. galushkoi</i> Demurova	+	+								

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>R. iberica</i> Stev. ex Bieb.	+	+								
<i>R. mollis</i> Smith	+							+		
<i>R. obtegens</i> Galushko	+	+								
<i>R. oplisthes</i> Boiss.	+			+						
<i>R. oxyodon</i> Boiss.	+									
<i>R. pendulina</i> L.	+					+				
<i>R. pubicaulis</i> Galushko				+						
<i>R. pulverulenta</i> Bieb.	+									
<i>R. tomentosa</i> Smith	+*	+		+						
<i>R. tscherekensis</i> Galushko	+									
<i>R. uniflora</i> Galushko	+									
<i>R. valentinae</i> Galushko				+						
<i>R. villosa</i> L.		+		+						
<i>R. zaramagensis</i> Demurova	+			+		+				
<i>Rubus buschii</i> Grossh. ex Sinjkova	+				+	+				
<i>R. idaeus</i> L.	+*	+	+		+				+	
<i>R. gallica</i> L.	+*									
<i>R. caesius</i> L.	+	+	+	+	+	+	+			
<i>R. ibericus</i> Juz.	+									
<i>R. saxatilis</i> L.					+					
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	+*							+		
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+				+					
<i>S. caucasica</i> Zinserl.				+						
<i>S. graeca</i> (Spach) Lodd. et Schauer					+					
<i>Spiraea crenata</i> L.					+					
<i>S. hypericifolia</i> L.				+		+				

Обозначения: Лек. – лекарственное (+* – лекарственные растения, включённые в государственные фармакопеи России и СССР с I по XI издания), Мед. – медоносное, Км. – кормовое, Дек. – декоративное, Пищ. – пищевое, Скл. – склонозакрепительное, Пер. – перганосное, Дуб. – дубильное, Кр. – красильное, Яд. – ядовитое.

Для селекции и в садоводстве перспективны миндаль низкий, вишня птичья, кизильник черноплодный, айва продолговатая, яблоня восточная, мушмула германская, слива вишненосная и колючая, груша кавказская, а также виды шиповника (*Rosa*) и малины (*Rubus*). Древесина *Cotoneaster melanocarpus*, *Crataegus oxyacantha*, *Cydonia indica*, *C. oblonga*, *Mespilus germanica*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina* применяется в столярном деле и в мебельной промышленности. Все виды груши (*Pyrus* L.), яблони (*Malus* Mill.), вишни (*Cerasus* Mill.), а также слива растопыренная (*Prunus divaricata*

Ledeb.) занесены в список пород, заготовка древесины которых запрещена [11].

Промысловые запасы розоцветных дикоросов на территории КБР значительны. Так, ежегодный объем заготовки пищевых лесных ресурсов яблони восточной, груши кавказской, боярышника и шиповника составляет соответственно 14,4; 2,1; 1,0 и 0,4 т. Однако фактические объёмы заготовки и производства недревесных продуктов леса госпредприятиями республики (степень освоения 20%) недостаточны даже для удовлетворения внутренних потребностей региона [20].

Заключение. Семейство Rosaceae Juss. флоры КБР объединяет 29 родов и 145 видов. На долю крупных родов (*Potentilla*, *Rosa*, *Alchemilla*) приходится 60,0% видов. К средним родам отнесены *Cotoneaster*, *Crataegus* и *Rubus* (13,1%), к мелким – *Sorbus*, *Geum* и *Fragaria* (7,6%). Большинство родов имеют слабую видовую насыщенность (1-2 вида). Распределение видов по флористическим подрайонам КБР неоднородно. Произрастание в разных высотных поясах (64,8% от общего числа видов отмечено в 2-5 флористических подрайонах) свидетельствует о широкой экологической пластичности многих розоцветных. Сходство локальных флор Rosaceae варьирует от 0,05 (Э-ТП) до 0,71 (Э-ЧЧС), а родовой коэффициент – от 4,44 (Эльбрусский) до 1,20 (Терско-Прохладненский). Оригинальность сем. Rosaceae максимально проявляется в Эльбрусском флористическом подрайоне (3,45% от общего числа видов). Флора розоцветных отмечена третичными и гляциальными реликтами, красно-книжными видами, нуж-

дающимися наряду с узкими эндемиками в охране. По преобладающим группам геозементов флора Rosaceae Juss. Кабардино-Балкарии является бореально-общеголарктическо-древнесредиземноморской. Биоморфологический спектр флоры розоцветных относится к фанерофитно-гемикриптофитному типу. Ввиду многоцелевого хозяйственного использования многих видов сем. Rosaceae (медицина, пищевая, парфюмерно-косметическая, мебельная промышленность, декоративное растениеводство, кормопроизводство, защита почв, селекция и др.) актуальна ресурсная и экологическая оценка запасов дикоросов для вовлечения их в хозяйственный оборот. Представленные в статье материалы, детализирующие представление о географической и биоморфологической структуре, биоразнообразии и ресурсном потенциале региональной флоры Rosaceae, позволяют расширить представления о научной и практической значимости данного семейства.

Список литературы

1. Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. Ленинград: Наука, 1987. 439 с.
2. Heywood V. H. Flowering Plants of the World. New York: Oxford University Press, 2007. 335 p.
3. Флора Восточной Европы. Санкт-Петербург: Мир и семья, 2001. Т. X. 670 с.
4. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hydrangeaceae – Haloragaceae. Отв. ред. П. Д. Соколов. Ленинград: Наука, 1987. 328 с.
5. Сазанаква Е. В., Тупицына Н. Н. Ревизия семейства Rosaceae Juss. во флоре Хакасии // Вестник КрасГАУ. 2016. № 4. С. 77–83.
6. Шхагапсоев С. Х. Растительный покров Кабардино-Балкарии. Нальчик: Тетраграф, 2015. 352 с.
7. Галушко А. И. Флора Северного Кавказа. Определитель. Т. 2. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1980. 352 с.
8. Иванов А. Л. Систематический анализ флоры Российского Кавказа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 5. С. 631–636.
9. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. Москва: Логос, 2001. 264 с.
10. Красная книга Кабардино-Балкарской Республики / отв. ред. М. Ч. Залиханов. Нальчик: Печатный двор, 2018. 496 с.
11. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). Москва: КМК, 2008. 855 с.
12. Литвинская С. А., Муртазалиев Р. А. Кавказский элемент во флоре Российского Кавказа: география, созология, экология. Краснодар: Просвещение-Юг, 2009. 439 с.
13. Иванов А. Л. Эндемики и реликты Ставропольской возвышенности и их значение для построения модели флорогенеза центральной части Северного Кавказа. Ставрополь: СГУ, 2010. 148 с.
14. Растительные ресурсы: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae. Санкт-Петербург; Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 513 с.

15. Умаров М. У., Тайсумов М. А., Дулаев Х. Д., Умаров Р. М. Розоцветные (Rosaceae Juss.) биологического заказника «Аргунский» // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2021. Т. 6. № 4(26). С. 89–96. doi: 10.25744/genb.2021.26.4.008
16. Гладкова В. Н. Порядок розовые или розоцветные (Rosales) / Жизнь растений. Цветковые растения. Т. 5. Ч. 2 / Под ред. академика АН СССР А.Л. Тахтаджяна. Москва: Просвещение, 1981. С. 175–189.
17. Елумеева Т. Г., Онопченко В. Г., Гречаная Н. В. и др. Использование родового коэффициента для характеристики состава безлесных фитоценозов Тебердинского заповедника // Труды Тебердинского гос. биосферного заповедника «Состав и структура высокогорных экосистем Тебердинского заповедника». 2007. Вып. 27. С. 63–70.
18. Шильников Д. С., Аккиев Б. И. Систематический анализ флоры Кабардино-Балкарского государственного высокогорного заповедника // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Специальный выпуск «Камелинские чтения». 2021. Т. 20. № 2. С. 187–195. doi: 10.14258/pbssm.2021139
19. Хасуева Б. А., Астамирова М. А., Теймуров А. А. Третичные реликты в лесах Чечни и Ингушетии // Юг России: экология, развитие. 2008. № 2. С. 60–62.
20. Тамахина А. Я. Российский рынок дикоросов и перспективы его развития в Кабардино-Балкарии // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли. Материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: КБГАУ, 2022. С. 107–113.

References

1. Tahtadzhjan A.L. *Sistema magnoliofitov* [Magnoliophyte system]. Leningrad: Nauka, 1987. 439 p. (In Russ.)
2. Heywood V.H. *Flowering Plants of the World*. New York: Oxford University Press, 2007. 335 p.
3. *Flora Vostochnoj Evropy* [Flora of Eastern Europe]. St. Petersburg: Mir i sem'ja, 2001. Vol. X. 670 p. (In Russ.)
4. *Rastitel'nye resursy SSSR: Cvetkovye rasteniya, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie; Semejstva Hydrangeaceae – Haloragaceae* [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use; Families Hydrangeaceae–Haloragaceae]. Leningrad: Nauka, 1987. 328 p. (In Russ.)
5. Sazanakova E.V., Tupitsyna N.N. Revision of Rosaceae Juss. family in the flora of Khakasia. *The Bulletin of KrasGAU*. 2016;(4):77–83. (In Russ.)
6. Shkhagapsoev S.Kh. *Rastitel'nyj pokrov Kabardino-Balkarii* [Vegetation cover of Kabardino-Balkaria]. Nal'chik: Tetragraph, 2015. 352 p. (In Russ.)
7. Galushko A.I. *Flora Severnogo Kavkaza* [Flora of the North Caucasus]. Vol. 2. Rostov-na-Donu: Izdatelstvo Rostovskogo universiteta. 1980. 328 p. (In Russ.)
8. Ivanov A.L. Systematic analysis of the flora of the Russian Caucasus. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2018;20(5):631–636. (In Russ.)
9. Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomeshch A.I. *Sovremennaya nauka o rastitel'nosti* [Modern science of vegetation.]. Moscow: Logos, 2001. 264 p. (In Russ.)
10. *Krasnaya kniga Kabardino-Balkarskoi Respubliki* [Red Book of the Kabardino-Balkarian Republic] / red. M. Ch. Zalikhanov. Nal'chik: Pechatnyi dvor, 2018. 496 p. (In Russ.)
11. *Krasnaya kniga Rossijskoi Federatsii (rasteniya i griby)* [Red Book of the Russian Federation (plants and fungi)]. Moscow: KMK, 2008. 855 p. (In Russ.)
12. Litvinskaya S.A., Murtazaliev R.A. *Kavkazskii element vo flore Rossijskogo Kavkaza: geografiya, sozologiya, ekologiya* [Caucasian element in the flora of the Russian Caucasus: geography, zoology, ecology]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2009. 439 p. (In Russ.)
13. Ivanov A.L. *Endemiki i relikty Stavropol'skoi vozvyshechnosti i ikh znachenie dlya postroeniya modeli florigeneza tsentral'noi chasti Severnogo Kavkaza* [Endemics and relics of the Stavropol Upland and their importance for building a model of florogenesis in the central part of the North Caucasus]. Stavropol': SGU, 2010. 148 p. (In Russ.)
14. *Rastitel'nye resursy: Dikorastushchie tsvetkovye rasteniya, ikh komponentnyi sostav i biologicheskaya aktivnost'. T.2. Semejstva Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae* [Plant resources: Wild flowering plants, their composition and biological activity. Vol. 2. Families Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae]. SPb.; M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2009. 513 p. (In Russ.)
15. Umarov M.U., Taisumov M.A., Dulaev Kh.D., Umarov R.M. Rose-colored (Rosaceae Juss.) biological reserve «Argunsky». *Groznenskii estestvennonauchnyi byulleten'* [Grozny Natural Science Bulletin]. 2021;6(4):89–96. doi: 10.25744/genb.2021.26.4.008 (In Russ.)

16. Gladkova V.N. Order pink or rosaceous (Rosales). *Zhizn' rastenii. Tsvetkovye rasteniya* [Plant life. Flowering plants] / red. A.L. Takhtadzhyan. Vol. 5. Ch. 2. M.: Prosveshchenie, 1981. Pp. 175–189. (In Russ.)
17. Elumeeva T.G., Onipchenko V.G., Grechanaya N.V. et al. The use of the generic coefficient to characterize the composition of treeless phytocenoses of the Teberdinsky Reserve. *Trudy Teberdinskogo gos. biosfernogo zapovednika «Sostav i struktura vysokogornnykh ekosistem Teberdinskogo zapovednika»* [Structure and composition of the alpine ecosystems of the Teberda reserve. Transactions of the Teberda reserve]. 2007;(27):63–70. (In Russ.)
18. Shilnikov D.S., Akkiev B.I. Systematic analysis of the flora of the Kabardino-Balkar State Highland Reserve. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii. Spetsial'nyi vypusk «Kamelinskie chteniya»* [Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia. Special issue "Kamelinsky Readings"]. 2021:20(2):187–195. doi: 10.14258/pbssm.2021139 (In Russ.)
19. Hasueva B.A., Astamirova M.A., Tejmurov A.A. Tertiary relics in the forests of Chechnya and Ingushetia. *The South of Russia: ecology, development*. 2008;(2):60–62. (In Russ.)
20. Tamakhina A.Ya. Russian market of wild plants and prospects for its development in Kabardino-Balkaria. *Aktual'nye problemy tekhnologii produktov pitaniya, turizma i trgovli. Materialy III Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Actual problems of food technology, tourism and trade. Materials of the III All-Russian (National) Scientific and Practical Conference.]. Nal'chik: KBGAU, 2022. P. 107–113. (In Russ.)

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

Information about the author

Aida Ya. Tamakhina – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Commodity research, tourism and law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4714-5835, Author ID: 447846, Scopus ID: 8941932500

*Статья поступила в редакцию 20.06.2022;
одобрена после рецензирования 12.07.2022;
принята к публикации 15.07.2022.*

*The article was submitted 20.06.2022;
approved after reviewing 12.07.2022;
accepted for publication 15.07.2022*

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

Научная статья
УДК 635.64
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-18-25

**Влияние использования лигногумата на урожайность и качественные
параметры томата в овощном севообороте**

Хусен Мухамедович Назранов^{✉1}, Беслан Хусенович Назранов²

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030, ^{✉1}nazranov777@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

Аннотация. В работе представлены результаты разработанного регламента применения гуминовых стимуляторов роста на томатах в системе удобрений овощного севооборота. Проблема эффективного усвоения минеральных удобрений является центральной в растениеводстве. Сочетание гуматов с минеральными удобрениями – это гарантия их эффективного усвоения растением. Интенсивность роста растений томатов считается одним из главных показателей влияния агроприема на растения. Обработка растений томата препаратами Лигногумат АМ и Гумат +7 способствует увеличению скорости роста. Пересчет урожайности томата показал, что использование стимуляторов роста дает значительную прибавку. Наиболее эффективным оказался Лигногумат АМ – прибавка составила 23,9%. Эффективность Гумат +7 и Арголан Аква была на одном уровне и составила, соответственно, 21,8 и 20,3%. Применение гуминовых препаратов стимулировало накопление сухих веществ, в плодах томата с 4,6-4,7% в контроле до 4,9-5,1% в опытных вариантах. Изучаемые препараты положительно влияли на продуктивность и качественные показатели томата. Экономическая эффективность использования стимуляторов роста на томате высокая. Чистая прибыль от внесения Лигногумат АМ составила 1038 тыс. рублей, что на 198 тыс. рублей выше контрольного варианта. Рентабельность при этом выше, чем при использовании Гумат +7 и Арголан Аква на 30 и 42% соответственно. По итогам исследований рекомендуется использовать на томатах гуминовый препарат Лигногумат АМ для увеличения продуктивности и качественных показателей в условиях Центральной части Северо-Кавказского региона.

Ключевые слова: томат, гуминовый препарат, стимулятор роста, продуктивность

Для цитирования. Назранов Х. М., Назранов Б. Х. Влияние использования лигногумата на урожайность и качественные параметры томата в овощном севообороте // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 18–25.
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-18-25

Original article

**The influence of the use of lignohumate on the yield and quality parameters
of tomato in vegetable crop rotation**

Khusen M. Nazranov^{✉1}, Beslan Kh. Nazranov²

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030, ^{✉1}nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

Abstract. The results of the development of regulations for the use of humic growth stimulants on tomatoes in the vegetable crop rotation fertilizer system are represented in this article. The problem of effective assimilation of mineral fertilizers is central in crop production. The combination of humates with mineral fertilizers is a guarantee of their effective assimilation by the plant. The intensity of growth of tomato plants is considered one of the main indicators of the impact of agricultural practices on plants. Treatment of tomato plants with preparations Lignohumate AM and Humate +7 promotes a more intensive increase in growth rate. Recalculation of tomato yield showed that the use of growth stimulants gives a significant increase. The most effective was Lignohumate AM, the increase was 23.9%. The effectiveness of Humat +7 and Argolan Aqua were at the same level and amounted to 21.8 and 20.3%, respectively. The use of humic preparations stimulated the accumulation of dry matter in tomato fruits from 4.6-4.7% in the control to 4.9-5.1% in the experimental variants. The studied preparations had a positive effect on the productivity and quality indicators of tomato. The economic efficiency of the use of growth stimulants in tomato is high. The net profit from the application of Lignohumate AM amounted to 1,038 thousand rubles, which is 198 thousand rubles higher than the control variant. The profitability is higher than when using Humat +7 and Argolan Aqua by 30 and 42%, respectively. Based on the results of the research, it is recommended to use the humic preparation Lignohumate AM on tomatoes to increase productivity and quality indicators in the conditions of the Central part of the North Caucasian region.

Keywords: tomato, humic preparation, growth stimulant, productivity

For citation. Nazranov Kh.M., Nazranov B.Kh. The influence of the use of lignohumate on the yield and quality parameters of tomato in vegetable crop rotation. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):18–25. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-18-25

Введение. Проблема эффективного усвоения минеральных удобрений является центральной в растениеводстве. Сложность её решения заключается в том, что легкорастворимые в воде калийные и азотные удобрения легко вымываются из почвы, а фосфорные, наоборот, связываются присутствующими в почве ионами Ca, Mg, Al и Fe в недоступную для растений форму. И только в присутствии гуминовых веществ эффективность усвоения растением всех элементов минерального питания резко возрастает. Таким образом, сочетание гуматов с минеральными удобрениями – это гарантия их эффективного усвоения растением [1–3]. Разработка регламента применения гуминовых стимуляторов роста в системе удобрений овощного севооборота весьма актуальна [4–9].

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводились в рамках договора на выполнение научно-исследовательской работы с ООО «ЛИГНОГУМАТ», производителем гуминовых препаратов. Организация полевых опытов, проведение наблюдений, лабораторных анализов осуществлялись по общепринятым методикам. Статистическую обработку урожайных данных приводили по Б. А. Доспехову [10] с помощью компьютерных программ статистических обработок данных.

Научно-исследовательская работа по выявлению эффективности стимуляторов роста гуминовых препаратов (табл. 1) в овощном севообороте проводилась на полях ФГБУ «Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» по Кабардино-Балкарской Республике в 2021 году, в черте г.о. Нальчик, которая входит в предгорную зону КБР.

Агротехника выращивания в исследованиях с овощными культурами рассчитана на использование передовой технологии с применением высококлассных орудий и машин. В исследованиях для посева использовался элитный семенной материал. Овощной севооборот, освоенный в 2011 году, включал восемь овощных культур, два поля с ячменем и кукурузой. Рабочая площадь делянки – 72 м², учетная – 60 м² по каждой культуре.

В обязательном порядке осуществлялся учет болезней и вредителей, ставших причиной значительного поражения растений в вегетативный период. Отмечался общий уровень поражения (повреждения) сортов [11, 12].

Площадь листовой поверхности рассчитывали с применением модифицированной методики ускоренного определения площади листовой поверхности сельскохозяйственных культур (с использованием сканера).

Таблица 1. Регламент применения стимуляторов роста на томате
Table 1. Regulations for the use of growth stimulants for tomato

Варианты опыта	Фаза вегетации						
	всходы	1-2 листа	2-4 листа	6-8 листьев	бутони-зация	цветение	завязывание плодов
1. Контроль (обработка водой)	–	–	–	–	–	–	–
2. Лигногумат АМ	0,2 кг/га	0,2 кг/га	0,2 кг/га	0,2 кг/га	0,2 кг/га	0,2 кг/га	0,2 кг/га
3. Гумат +7	2 л/га	2 л/га	2 л/га	2 л/га	2 л/га	2 л/га	2 л/га
4. Арголан Аква	1 л/га	1 л/га	1 л/га	1 л/га	1 л/га	1 л/га	1 л/га

Качественные показатели урожая определяли по содержанию сухого вещества в нем – сахара, азота, зольности, содержания витаминов.

По данным профессора В. И. Кумахова [3], опытный участок в предгорной зоне представлен выщелоченным черноземом. Содержание гумуса в верхнем горизонте колеблется от 4 до 7%. Содержание гумуса в горизонте А+В составляет 400-525 т/га. Выщелоченные черноземы содержат: азота – 0,35-0,45%, фосфора – 0,14-0,25%. Подвижной фосфорной кислоты по методу Чирикова – от 50 до 245 мг/кг, а калия – до 200 мг/кг почвы. По гранулометрическому составу характеризуемые черноземы относятся к легкоглинистым и тяжелосуглинистым (57-73% физической глины). Плотность почвы в горизонте А – 1,1-1,2 г/см³ [3].

Зональными почвами района расположения основных пахотных массивов являются серые лесные почвы, оподзоленные и выщелоченные черноземы.

Особенностью климата центральной части Северного Кавказа является обилие солнечного света и тепла, что особо важно для овощных культур. Продолжительность солнечного стояния составляет 1800-2400 часов в год.

Средняя температура трех зимних месяцев колеблется от +3,5 до +2,3°C, трех летних месяцев – от +18 до 24°C. Осень во всех зонах значительно теплее весны. Средняя годовая температура находится в пределах 7,7-12,0°C. С подъемом на каждые 100 м температура воздуха понижается летом на 0,68°C, весной и осенью – на 0,4°C, а зимой – на 0,1°C.

Лето жаркое, среднемесячная температура июля составляет 21,7°C. Эта зона относится к умеренно-жаркому, в основном увлажненная, гидротермический коэффициент составляет в среднем 1,2-1,5. Максимальная температура воздуха иногда может, составлять 37-39°C. Среднегодовое количество осадков в зоне составляет 615 мм, а средняя годовая температура равна +8,6°C.

Оптимальная влажность воздуха в течение года имеет некоторые колебания. При среднегодовой влажности 76% максимальная влажность достигает 80-81% (март, октябрь, ноябрь) и наименьшая 70% отмечается в августе. Самая высокая средняя температура наблюдается в третьей декаде июля (24,5°C).

В целом предгорная зона характеризуется хорошим сочетанием (соотношением) количества выпадающих осадков и приходом тепла. В этих условиях возможно получение устойчивых, высоких урожаев всех овощных культур.

Период активной радиации (с $t > 10^{\circ}\text{C}$) длится 215 дней. Наибольшее количество осадков выпадает в мае-июне и поэтому большая их часть тратится на испарение.

Высокая температура воздуха и значительный недостаток влаги в отдельные периоды вегетации способствовали задержке роста и развития сортов томата, но своевременно проведенные поливы привели к нормальному росту и развитию.

В целом почвенные и климатические условия выбранной предгорной зоны соответствуют требованиям биологии овощных культур для возделывания.

Научной новизной данной работы являются исследования по разработке технологической системы применения стимуляторов роста для повышения продуктивности и качественных показателей томата в условиях Центральной части Северо-Кавказского региона.

Результаты исследования. Производство томата в мире за последнее время стала наиболее значимой среди овощных культур, как в открытых, так и защищенных условиях возделывания. Эта культура позволяет решать проблему обеспеченности населения свежими овощами в несезонное время для сбалансированного, полноценного круглогодичного питания человека.

Оптимизация системы защиты и системы минерального питания растений является залогом получения высокой, с качественными показателями, продуктивности овощных растений. При этом важна роль отводится правильно выстроенной системе удобрений в севообороте.

Интенсивность роста растений томатов считается одним из главных показателей влияния агротехнологических приемов на культуру. Различия на вариантах опыта между участками с использованием гуминовых препаратов по показателю длины стеблей томата, проведенных измерений после третьей обработки регуляторами роста, отражены в таблице 2.

Наименьший прирост стеблей имел место при опрыскивании Арголан Аква, при корневой обработке им растений томатов на первых стадиях роста с поливной водой. Сглади-

лись различия, но уже в более поздние сроки. На других вариантах опыта разница с контролем была существенной на всех промежутках опыта. Можно предположить, что обработка растений томата препаратами Лигногумат АМ и Гумат +7 способствует более интенсивному увеличению скорости роста.

Таблица 2. Прирост длины стебля растений томата после первой обработки регуляторами
Table 2. The increase in the length of the stem of tomato plants after the first treatment with regulators

№ п/п	Варианты опытов	Открытый грунт	
		в см	в % к контролю
1.	Контроль (обработка водой)	41,6	100
2.	Лигногумат АМ	46,5	111,8
3.	Гумат +7	45,7	109,9
4.	Арголан Аква	43,6	104,8
	НСР ₀₅	2,422	

Обычная мера кистей на 1 растение по вариантам варьировала не особо существенно. Количество плодов на одной кисти во втором варианте составила 4,4 шт./раст., что на 10% выше контрольного варианта.

Урожайность культуры определяли по показателям количества растений на единицу площади, количеству кистей на одном растении, числу и массе плодов на растениях. Анализ итогов исследования представлен в таблице 3.

Таблица 3. Показатели продуктивности растений томата при обработках биопрепаратами в условиях открытого грунта

Table 3. Indicators of productivity of a tomato plant when treated with biological products in open ground conditions

№ п/п	Варианты	Число кистей, шт./раст.	Число плодов в соцветии, шт./раст.	Количество плодов / ср. масса плода на 1 раст. в г	Урожайность, т/га	Товарность, т/га/%
1.	Контроль (обработка водой)	3,1	4,0	49/91	35,7	28,5/80
2.	Лигногумат АМ	3,5	4,4	61/87	42,5	35,3/83
3.	Гумат +7	3,3	4,1	58/89	41,3	34,7/84
4.	Арголан Аква	3,2	4,0	56/90	40,3	34,3/85

Лучший показатель по продуктивности куста был достигнут во втором варианте при обработке растений препаратом Лигногумат АМ – 5,3 кг/куст.

Пересчет урожайности томата показал, что использование стимуляторов роста дает значительную прибавку товарной продукции. Наиболее эффективным оказался Лигногумат АМ – прибавка составила 23,9%. Эффективность Гумат +7 и Арголан Аква была на одном уровне, и составила, соответственно, 21,8 и 20,3%.

Анализ данных таблицы 4 показывает, что используемые гуминовые препараты проявили значительное влияние на биохимический состав плодов томата.

Содержание сухих веществ в плодах томата является главным показателем биохимического состава, который определяет его питательную ценность. Использование стимуляторов роста (табл. 4), положительно отражается на количестве накопления сухого вещества в плодах томата. В среднем повы-

шение количества сухих веществ от использования гуминовых препаратов составляет 0,35%. Использование стимуляторов роста во время вегетации культуры положительно отражается на увеличении содержания сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах томата.

Содержание сахаров увеличивается в среднем на 0,23% по сравнению с контролем. Показатели **содержания аскорбиновой кислоты** были выше на четвертом варианте с использованием Арголан Аква и составляли 13,7 мг%, что на 3,2 мг% больше, чем в контроле.

Содержание нитратов. По этому показателю экологической безопасности плодов томата все анализы в опыте удовлетворяют принятым ограничениям предельно допустимых норм (табл. 4). И хотя в опыте применение гуминовых препаратов приводит к значительному увеличению (на 13,5%), его содержание находится в пределах допустимого для экологически безопасной продукции.

Таблица 4. Влияние ФАВ на биохимический состав плодов томата (Подарочный, среднее за 2021 г.)

Table 4. The effect of PAS on the biochemical composition of tomato fruits (Podarochniy, 2021 average)

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Сахара, %	Аскорбиновая кислота, мг %	Нитраты, мг/кг
1. Контроль (обработка водой)	4,6	2,5	10,5	111
2. Лигногумат АМ	4,9	2,7	11,9	124
3. Гумат +7	5,0	2,7	13,3	128
4. Арголан Аква	5,1	2,8	13,7	128

ПДК = 150 мг/кг

Таблица 5. Экономическая эффективность производства томата в открытом грунте, высшего сорта 2021 г.

Table 5. Economic efficiency of production of tomato in open ground, premium 2021

Показатели	Ед. изм.	Контроль (обработка водой)	Лигногумат АМ	Гумат +7	Арголан Аква
Товарная урожайность	т/га	7,2/28,5	7,2/35,3	6,6/34,7	6,0/34,3
Средняя цена реализации, первый сорт/высший сорт	тыс. руб./т	20/30	20/30	20/30	20/30
Стоимость валовой продукции	тыс. руб./га	1000,4	1203,0	1173,0	1149,0
Затраты на производство продукции	тыс. руб./га	160	165	165	165
Чистый доход	тыс. руб./га	840,4	1038,0	1008	984
Рентабельность	%	509,4	629,1	610,9	596,4

Анализ экономической эффективности использования гуминовых препаратов показал, что стоимость валовой продукции увеличилась в среднем на 175 тыс. руб./га. Чистая прибыль от внесения Лигногумат АМ составила 1038 тыс. руб./га, что на 198 тыс. руб./га выше контрольного варианта. Рентабельность при этом выше, чем при использовании Гумат +7 и Арголан Аква на 18,2% и 32,7% соответственно (табл. 5).

Выводы. 1. По итогам исследований можно сделать заключение, что наиболее эффективным оказался Лигногумат АМ – общая прибавка урожая составила 19%. Эффективность Гумат +7 и Арголан Аква была на одном уровне и составила соответственно 15,7% и 12,9%.

Применение гуминовых препаратов позволяет повысить содержание сухих веществ в плодах томата сорта Подарочный.

2. Использование стимуляторов роста увеличивает содержание сахаров в среднем на 0,23%. Показатели содержания аскорбиновой кислоты были выше на четвертом варианте с использованием Арголан Аква и составляли 13,7 мг%, что на 3,2 мг% больше, чем в контроле.

3. Применение стимуляторов роста дает высокий положительный экономический эффект – чистая прибыль и уровень рентабельности выше при использовании Лигногумат АМ и составила 1038 тыс. руб./га и 629,1% соответственно.

Список литературы

1. Белик В. Ф. Овощеводство открытого грунта. Москва: Колос, 1994.
2. Кумахов В. И. Почвы Центрального Кавказа. Нальчик, 2007. 125 с.
3. Назранов Х. М., Диданова Е. Н. [и др.]. Интенсивная технология производства органической овощной продукции: монография. Нальчик: Принт Центр. 2019. 176 с.
4. Езаов А. К., Шибзухов З. С., Нагоев М. Х. Овощеводство – перспективная отрасль сельскохозяйственного производства Кабардино-Балкарии // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 1693.
5. Сарбашев А. С., Шибзухов З. С., Карежева З. М. Использование антистрессовых препаратов для профилактики устойчивости овощных культур к болезням и вредителям // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: I Международная научно-практическая Интернет-конференция. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2016. С. 2097–2101.
6. Хуштов Ю. Б., Шибзухов З. С., Индароков М. Х. Изучение продуктивности различных сортов томата в условиях защищенного грунта // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: II международная научно-практическая интернет-конференция. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2017. С. 613–615.
7. Шибзухов З. С., Шибзухова З. С. Экологические приемы повышения устойчивости томатов к болезням и вредителям // Защита и карантин растений. 2017. № 7. С. 51–52.
8. Шибзухов З. С., Куржиева Ф. М. Рост и развитие томата при выращивании методом гидропонники // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: I Международная научно-практическая Интернет-конференция. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2016. С. 2130–2132.
9. Назранов Х. М., Ашхотова М. Р., Халишхова Л.З., Шибзухов З.-Г. С. Инновационный потенциал развития овощеводства в регионе // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2019. № 3. С. 86–90.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: учебник. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
11. Назранов Х. М., Шибзухов З. Х. Технология выращивания экологически чистых овощных культур в условиях высокогорья КБР // Новые технологии. 2019. № 2(48). С. 228–235
12. Езаов А. К., Шибзухов З. С. Оптимизация технологии выращивания томата в условиях защищенного грунта // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: II международная научно-практическая интернет-конференция. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2017. С. 625–629.

References

1. Belik V.F. *Ovoshchevodstvo otkrytogo grunta* [Outdoor vegetable growing]. Moscow: Kolos, 1994. (In Russ.)
2. Kumakhov V.I. *Pochvy Tsentral'nogo Kavkaza* [Soils of the Central Caucasus]. Nal'chik, 2007. 125 p. (In Russ.)
3. Nazranov Kh.M., Didanova Ye.N. [at al.]. *Intensivnaya tekhnologiya proizvodstva organicheskoy ovoshchnoy produktsii* [Intensive technology for the production of organic vegetable products]: monograph. Nal'chik: Print Tsentr, 2019. 176 p. (In Russ.)
4. Yezaov A.K., Shibzukhov Z.S., Nagoev M.Kh. Vegetable – growing a promising sector of agricultural production Kabardino-Balkaria. *Modern problems of science and education*. 2015;1(1):1693. (In Russ.)
5. Sarbashev A.S., Shibzukhov Z.S., Karezheva Z.M. The use of anti-stress drugs for the prevention of resistance of vegetable crops to diseases and pests. *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: I Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya Internet-konferentsiya* [Current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational environmental management: I International scientific and practical Internet conference]. Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya. 2016. Pp. 2097–2101. (In Russ.)
6. Khushtov Yu.B., Shibzukhov Z.S., Indarokov M.Kh. The study of the productivity of various tomato varieties in protected ground. *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of environmental management]: *II mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya*. Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya. 2017. Pp. 613–615. (In Russ.)
7. Shibzukhov Z.S., Shibzukhova Z.S. Ecological methods of improving tomatoes resistance to diseases and pests. *Plant protection and quarantine*. 2017;(7):51–52.
8. Shibzukhov Z.S., Kurzhiyeva F.M. Growth and development of tomato when grown by hydroponics *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of environmental management]: *I Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya Internet-konferentsiya*. Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya. 2016. Pp. 2130–2132. (In Russ.)
9. Nazranov Kh.M., Ashkhotova M.R., Khalishkhova L.Z., Shibzukhov Z.-G.S. Innovative potential of development of vegetables in the region. *RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzheniye, Konkurentsya*. 2019;(3):86–90.
10. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment methodology]: uchebnik. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
11. Nazranov Kh.M., Shibzukhov Z.S., Orzalieva M.N. Technology of ecologically safe vegetable crops cultivation in the highlands of Kabardino-Balkaria. *Novyye tekhnologii*. 2019;2(48):228–235. (In Russ.)
12. Yezaov A.K., Shibzukhov Z.S. Optimization of tomato growing technology in protected ground conditions. *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of environmental management]: *II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya*. Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya. 2017. Pp. 625–629. (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

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

Beslan Kh. Nazranov – undergraduate of the Faculty of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 22.08.2022;
одобрена после рецензирования 12.09.2022;
принята к публикации 14.09.2022.*

*The article was submitted 22.08.2022;
approved after reviewing 12.09.2022;
accepted for publication 14.09.2022.*

Научная статья
УДК 663.21:631.8
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-26-30

Влияние совместного применения гербицидов и минеральных удобрений на химический состав сусла и вина

Мадина Борисовна Хоконова

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030, dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

Аннотация. Перевод виноградарства на индустриальную основу требует широкого использования удобрений и гербицидов, что повышает плодородие почвы, а следовательно, и урожайность насаждений, позволяет успешно вести борьбу с сорной растительностью, достигая значительного сокращения затрат рабочей силы и техники. Работа посвящена определению совместного воздействия гербицидов с различными видами минеральных удобрений на качественные показатели сусла и вина. Исследования проводились на сорте винограда Изабелла. Виноград собирали в период технической зрелости и перерабатывали. Вино готовили по классической технологии с соблюдением технологических режимов. Полученные данные показывают, что содержание сахара в большинстве вариантов совместного применения гербицидов с удобрениями находится на уровне контроля. Отмечается повышение сахаристости сусла в вариантах совместного использования азотнокислых удобрений с симазинем и атразином, без существенного снижения урожая. По полученным данным значительных отличий по содержанию титруемых кислот в сусле не определено. Однако в вине наблюдается некоторое уменьшение титруемых кислот в вариантах с применением атразина + NP и атразина + NPK. Во всех вариантах опыта отмечается тенденция в сторону повышения содержания как красящих веществ, так и общих фенолов, что положительно отражается на качестве вина. Определено, что симазин и атразин совместно с минеральными удобрениями не вызывают резких отклонений в отношении содержания некоторых из основных компонентов сусла и вина, а также не оказывают отрицательного действия на органолептические свойства последнего.

Ключевые слова: виноград, гербициды, минеральные удобрения, сусло, вино, химический состав

Для цитирования. Хоконова М. Б. Влияние совместного применения гербицидов и минеральных удобрений на химический состав сусла и вина // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 26–30. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-26-30

Original article

Impact of combination application of herbicides and mineral fertilizers on the chemical composition of must and wine

Madina B. Khokonova

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030, dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

Abstract. The transition of viticulture to an industrial basis requires the widespread use of fertilizers and herbicides, which increases soil fertility and, consequently, the yield of plantations, makes it possible to successfully combat weeds, achieving a significant reduction in labor and equipment costs. The work is devoted to determining the joint effect of herbicides with various types of mineral fertilizers on the quality indicators of must and wine. The studies were carried out on the Isabella grape variety according.

The grapes were harvested during the period of technical maturity and processed. The wine was prepared according to the classical technology in compliance with the technological regimes. The data obtained show that the sugar content in most options for the combined use of herbicides with fertilizers is at the control level. There is an increase in the sugar content of the wort in the options for the joint use of nitrate fertilizers with simazine and atrazine, without a significant decrease in yield. According to the obtained data, no significant differences in the content of titratable acids in the wort were determined. However, in wine, there is a slight decrease in titratable acids in the variants with the use of atrazine + NP and atrazine + NRK. In all variants of the experiment, there is a tendency towards an increase in the content of both coloring substances and total phenols, which has a positive effect on the quality of wine. It has been determined that simazine and atrazine, together with mineral fertilizers, do not cause sharp deviations in the content of some of the main components of must and wine, and also does not have a negative effect on the organoleptic properties of the latter.

Keywords: grapes, herbicides, mineral fertilizers, must, wine, chemical composition

For citation. Khokonova M.B. Impact of combination application of herbicides and mineral fertilizers on the chemical composition of must and wine. *Izvestija of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022; 3(37):26–30. (In Russ.) doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-26-30

Введение. Перевод виноградарства на индустриальную основу требует широкого использования удобрений и гербицидов, что повышает плодородие почвы, а следовательно, и урожайность насаждений, позволяет успешно вести борьбу с сорной растительностью, достигая значительного сокращения затрат рабочей силы и техники. Научно доказано, что как удобрения, так и гербициды оказывают значительное действие на виноградное растение. Согласно литературным данным, при применении гербицидов происходит нарушение белкового обмена растений, изменяется общее содержание сахаров, фосфора, калия, что может сказаться на составе и качестве сусла и виноматериалов [1, 2].

Целью исследования являлось определение совместного воздействия гербицидов с различными видами минеральных удобрений на качественные показатели сусла и вина.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводили на сорте винограда Изабелла по следующей схеме: 1 – контроль; 2 – симазин 6 кг/га; 3 – атразин 6 кг/га; 4 – симазин 6 кг/га + N₁₂₀; 5 – атразин 6 кг/га + N₁₂₀; 6 – симазин 6 кг/га + N₁₂₀P₆₀; 7 – атразин 6 кг/га + N₁₂₀P₆₀; 8 – симазин 6 кг/га + N₁₂₀P₁₂₀; 9 – атразин 6 кг/га + N₁₂₀K₁₂₀; 10 – симазин 6 кг/га + N₁₂₀P₆₀K₁₂₀; 11 – атразин 6 кг/га + N₁₂₀P₆₀K₁₂₀.

Симазин и атразин вносили весной. На фоне NPK вносили азотные, фосфорные и калийные удобрения – аммиачную селитру

весной дробно, суперфосфат и калийную соль осенью перед вспашкой.

Виноград собирали в период технической зрелости и перерабатывали на ООО «Эльбрус-Спиритс». Вино готовили по классической технологии с соблюдением технологических режимов.

Результаты исследования. Полученные данные показывают, что содержание сахара в большинстве вариантов совместного применения гербицидов с удобрениями находится на уровне контроля (табл. 1).

Отмечается повышение сахаристости сусла в вариантах совместного использования азотнокислых удобрений с симaziном и атразином, без существенного снижения урожая. По полученным данным значительных отличий по содержанию титруемых кислот в сусле не определено. Однако в вине наблюдается некоторое уменьшение титруемых кислот в вариантах с применением атразина + NP и атразина + NPK.

Одним из важных технологических показателей качества красных столовых вин является содержание красящих веществ и общих фенолов [3–5]. Фенольные вещества и продукты их превращений влияют на вкус вина, полноту, свойственную красным винам, придают красивую окраску; в то же время предохраняют вина от чрезмерного окисления кислородом воздуха, принимая на себя роль буфера [6, 7] (табл. 2).

Таблица 1. Влияние совместного применения гербицидов с минеральными удобрениями на изменение содержания сахара и титруемых кислот суслу

Table 1. Effect of co-application of herbicides with mineral fertilizers to change the content of sugar and titratable acids of the wort

Вариант	Урожайность, ц/га	2019 г.		2020 г.		2021 г.		Среднее за 3 года	
		сахаристость, %	титруемая кислотность, г/л	сахаристость, %	титруемая кислотность, г/л	сахаристость, %	титруемая кислотность, г/л	по сахаристости	по титруемой кислотности
1	103,8	16,0	13,7	18,4	11,9	18,6	14,5	17,6	13,3
2	107,5	15,4	14,0	18,6	12,7	18,8	14,1	17,6	13,6
3	93,9	16,5	13,4	18,6	13,1	18,3	14,7	17,8	13,7
4	102,0	15,9	14,3	18,6	12,4	18,8	14,8	17,7	13,8
5	93,0	15,3	13,6	18,6	11,8	18,3	14,5	17,4	13,3
6	100,4	16,4	13,9	18,8	13,1	18,0	14,6	17,7	13,8
7	86,8	15,7	13,3	19,4	12,7	18,6	13,5	17,9	13,1
8	105,2	16,8	14,3	19,9	12,6	18,6	13,9	18,4	13,6
9	102,1	15,6	13,3	20,2	11,8	18,8	13,9	18,2	13,0
10	104,0	15,3	13,7	20,4	12,3	18,6	14,5	18,1	13,5
11	97,3	16,1	13,4	19,9	12,5	18,0	15,4	18,0	13,7

Таблица 2. Содержание общих фенолов и красящих веществ в вине в зависимости от сочетания гербицидов с минеральными удобрениями

Table 2. The content of total phenols and coloring substances in wine depending on the combination of herbicides with mineral fertilizers

Вариант	Фенольные вещества, г/л				Красящие вещества, мг/л			
	2019	2020	2021	среднее	2019	2020	2021	среднее
1	0,70	0,93	0,54	0,72	33,4	69,3	124,9	75,8
2	0,72	0,81	0,55	0,69	41,4	74,4	106,5	74,1
3	0,69	0,87	0,55	0,70	33,0	83,5	129,0	81,8
4	0,55	0,99	0,54	0,69	27,6	96,0	109,5	77,7
5	0,63	1,04	0,55	0,74	31,3	104,0	124,0	86,4
6	0,43	1,14	0,61	0,72	17,5	112,8	138,0	89,4
7	0,55	0,82	0,57	0,64	28,5	83,0	85,5	65,6
8	0,58	0,98	0,53	0,69	24,2	94,1	94,1	70,8
9	0,55	1,05	0,58	0,72	20,2	103,2	130,2	84,5
10	0,64	1,18	0,56	0,79	34,9	111,9	118,5	88,4
11	0,43	1,09	0,63	0,71	17,4	113,1	103,9	78,1

Во всех вариантах опыта отмечается тенденция в сторону повышения содержания как красящих веществ, так и общих фенолов, что положительно отражается на качестве вина [8].

На следующем этапе изучали влияние гербицидов, а также их совместное использова-

ние с минеральными удобрениями на содержание общего азота и азота аминокислот. Роль азотистых веществ в формировании качества вина огромна. Они прямо или косвенно участвуют в образовании аромата, вкуса, определяют стабильность к помутнениям [9].

Во всех вариантах наблюдается значительное увеличение содержания общего азота и азота аминокислот (табл. 3).

При сравнении по годам исследований наибольшее содержание общего азота и азота аминокислот отмечалось в 2019 году. Максимальное количество общего азота отмечено на 8-ом варианте, что составило 1008,0 мг/л,

а максимум азота аминокислот составило 296,8 мг/л на 4-ом варианте. По органолептическим качествам вина, приготовленные из вариантов с употреблением симазина и атразина, а также при их совместном использовании с минеральными удобрениями, не уступают контрольному образцу.

Таблица 3. Влияние совместного применения гербицидов с минеральными удобрениями на изменение общего азота и азота аминокислот

Table 3. The content of total phenols and coloring substances in wine depending on the combination of herbicides with mineral fertilizers

Вариант	Азот общий, мг/л				Азот аминокислот, мг/л			
	2019	2020	2021	Среднее	2019	2020	2021	Среднее
1	665,0	340,2	280,0	424,8	201,6	106,4	101,2	136,4
2	756,0	343,0	336,0	478,3	196,0	128,8	102,0	142,2
3	973,0	413,0	308,0	564,6	252,0	140,0	102,6	164,8
4	994,0	476,0	266,0	578,6	296,8	156,8	103,5	185,7
5	882,0	455,0	294,0	543,6	257,6	112,0	103,9	157,8
6	686,0	441,0	336,0	487,6	228,8	134,4	104,5	155,9
7	840,0	385,0	266,0	497,0	229,6	123,2	104,8	152,5
8	1008,0	455,0	406,0	623,0	231,0	168,0	105,2	133,0
9	987,0	490,0	294,0	590,3	231,9	134,4	105,4	157,2
10	882,0	434,0	294,0	536,6	233,2	117,6	105,7	152,1
11	658,0	406,0	280,0	448,0	234,0	117,6	105,9	152,5

Выводы. Таким образом, широко применяемые на виноградниках симазин и атразин совместно с минеральными удобрениями не вызывают резких отклонений в отношении

содержания некоторых из основных компонентов сула и вина, а также не оказывают отрицательного действия на органолептические свойства последнего.

Список литературы

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Исмаилов А. Б., Мукайлов М. Д., Юсуфов Н. А., Мансуров Н. М. Эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений // Проблемы развития АПК региона, 2015. № 1(21). С. 11–14.
3. Крылов С. В., Черняев Н. Г., Баранов А. С., Черняев Н. Н. Поглощение воды и прорастание семян ярового ячменя и кукурузы, обработанных пленкообразующими веществами // Сборник научных трудов ТСХА. Москва, 1987. С. 70–76.
4. Куркиев К. У., Мукайлов М. Д., Джанбулатов М. А. Сравнительная характеристика сортов пшеницы и тритикале при выращивании в различных агро-экологических условиях Дагестана // Проблемы развития АПК региона, 2014. № 2(18). С. 25–29.
5. Кутакова А. Р., Мошев Ф. Л., Трифонова С. Ю. Влияние сорта, нормы высева и минеральных удобрений на урожайность ячменя. В кн.: Приемы повышения урожайности зерновых культур. Пермь, 1987. С. 123–131.
6. Гончаров С. В., Федотов В. А., Матвеев И. В. [и др.] Пивоваренный ячмень: монография. Москва, 2015. 288 с.
7. Посыпанов Г. С., Долгодворов В. Е., Жеруков Б. Х. Растениеводство. Москва: Колос, 2006. 612 с.

8. Хоконов А. Б. Технологические аспекты плодово-ягодных вин // Сборник статей по материалам научных конференций. Санкт-Петербург, С. 328–330.
9. Хоконова М. Б., Терентьев С. Е. Изменение состава соков при их спиртовании и хранении // Пиво и напитки, 2016. № 5. С. 32–34.

References

1. Dospekhov B.A. *Methods of field experience*. [Methods of field experience. 5th ed., supplement. and reworked]. 5th ed., supplement. and reworked. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)
2. Ismailov A.B., Mukailov M.D., Yusufov N.A., Mansurov N.M. Efficiency of cultivation of winter wheat depending on the use of mineral fertilizer. *Problemy razvitiya APK regiona* [Problems of development of the agro-industrial complex of the region]. 2015;1(21):11–14. (In Russ.)
3. Krylov S.V., Chernyaev N.G., Baranov A.S., Chernyaev N.N. Water absorption and germination of seeds of spring barley and corn treated with film-forming substances. *Sb. nauch. tr. TSKHA* [Coll. Of scientific papers TSKA]. 1987. Pp. 70–76. (In Russ.)
4. Kurkiev K.U., Mukailov M.D., Dzhambulatov M.A. Comparative characteristics of varieties of wheat and triticale when grown in different agro-ecological conditions of Dagestan. *Problemy razvitiya APK regiona* [Problems of development of the agro-industrial complex of the region]. 2014; 2(18):25–29. (In Russ.)
5. Kutakova A.R., Moshev F.L., Trifonova S.Yu. *Influence of variety, seeding rate and mineral fertilizers on the yield of barley*. In: *Methods for increasing the productivity of grain crops* [Influence of variety, seeding rate and mineral fertilizers on the yield of barley. In: Methods for increasing the yield of grain crops.]. Perm', 1987. Pp. 123–131. (In Russ.)
6. Goncharov S.V., Fedotov V.A., Matveev I.V. [et al.] *Pivovarenniy yachmen'* [Brewing barley]: *monografiya*. Moscow, 2015. 288 p. (In Russ.)
7. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Zherukov B.Kh. *Rasteniyevodstvo* [Plant growing]. Moscow, 2006. 612 p. (In Russ.)
8. Khokonov A.B. Technological aspects of fruit and berry wines. *Sbornik statej po materialam nauchnyh konferencij* [Collection of articles based on materials of scientific conferences]. Sankt-Peterburg, 2021. Pp. 328–330. (In Russ.)
9. Khokonova M.B., Terent'ev S.E. Changes in the composition of juices during their alcoholization and storage. *Pivo i napitki*. 2016;(5): 32–34. (In Russ.)

Сведения об авторе

Хоконова Мадина Борисовна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

Information about the author

Madina B. Khokonova – Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Professor of the department of technology production and processing of agricultural product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

Статья поступила в редакцию 26.08.2022;
одобрена после рецензирования 12.09.2022;
принята к публикации 14.09.2022.

The article was submitted 26.08.2022;
approved after reviewing 12.09.2022;
accepted for publication 14.09.2022.

Научная статья

УДК 631.459(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-31-37

Методологические основы исследования эрозионных процессов в условиях Кабардино-Балкарской Республики

Людмила Зачиевна Шекихачева

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030, sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

Аннотация. Оценка экологического состояния почвы предполагает определение соответствия протекания процессов в исследуемых почвах их природным аналогам, что позволяет выявить допустимое значение того или иного фактора, в т.ч. агротехнического, установленного по критерию соответствия нормальному функционированию природной экосистемы. Показано, что изучение эрозионных процессов на территориях, площади которых в современном землепользовании аналогичны площадям сельскохозяйственных угодий крупных фермерских хозяйств требует учета величин (факторов), которые предопределяют как сам смыв, так и его интенсивность. Установлено, что скорость увеличения гумусового профиля при формировании различных почв неодинакова. Приведены характеристики эрозионной угрозы почв в соответствии с уровнем их проявления для условий Кабардино-Балкарии. В результате проведенных исследований установлено, что определение влияния крутизны на смыв почвы со склонов в чистом виде не может выполняться, поскольку такой процесс обусловлен индивидуальными характеристиками дополнительного набора факторов, которые можно получить только при изучении рельефа разными подходами. Следовательно, необходимо провести анализ региональных особенностей опытной территории, что позволит уменьшить погрешности, возникающие при использовании существующих математических моделей водной эрозии, и одновременно скорректировать их, адаптировав к региональным условиям.

Ключевые слова: почва, рельеф, плодородие, гумус, техногенная нагрузка, эрозия, смыв, защита, мероприятия

Для цитирования. Шекихачева Л. З. Методологические основы исследования эрозионных процессов в условиях Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 31–37. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-31-37

Original article

Methodological bases for studying erosion processes in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic

Ludmila Z. Shekikhacheva

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030, sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

Abstract. The assessment of the ecological state of the soil involves determining the correspondence between the processes in the studied soils and their natural counterparts, which makes it possible to identify the permissible value of a particular factor, incl. agrotechnical, established according to the criterion of compliance with the normal functioning of the natural ecosystem. It is shown that the study of erosion processes in areas with an area that in modern land use is similar to the areas of agricultural land of large farms requires taking into account the quantities (factors) that predetermine both the wash itself and its intensity. It has been established that the rate of increase in the humus profile during the formation of various soils is not the same.

The characteristics of the erosion threat of soils are given in accordance with the level of their manifestation for the conditions of Kabardino-Balkaria. As a result of the studies, it was found that the determination of the effect of steepness on soil erosion from slopes in its pure form cannot be performed, since such a process is due to the individual characteristics of an additional set of factors that can only be obtained by studying the relief using different approaches. Therefore, it is necessary to analyze the regional features of the experimental area, which will reduce the errors that arise when using existing mathematical models of water erosion, and at the same time correct them, adapting them to regional conditions.

Keywords: soil, relief, fertility, humus, technogenic load, erosion, washout, protection, measures

For citation. Shekikhacheva L.Z. Methodological bases for the study of erosion processes in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):31–37. (In Russ.) doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-31-37

Введение. Процесс эрозии почв как результат действия природно-антропогенных факторов, что приводит к деградации плодородного слоя, наносит значительный экологический и экономический ущерб. Чрезмерно интенсивное использование пахотных земель на склонах приводит к нарушению экологически сбалансированного соотношения площадей пашни, природных кормовых угодий, лесов и водоемов. Это негативно сказалось на устойчивости агроландшафтов и обусловило значительную техногенную нагрузку на экосферу.

Одним из наиболее уязвимых природных объектов при интенсивной хозяйственной деятельности является почва, которая постоянно находится под физическими и химическими (техногенными) нагрузками и несбалансированными системами земледелия. Основными причинами потери гумуса являются его минерализация, дефицит поступления в почву органического вещества, водная и ветровая эрозия.

Снижение качественных свойств почвы приводит к значительному сокращению ее продуктивной способности и полезной площади. Нерациональное сельскохозяйственное использование земель, отсутствие профессионального управления землепользованием, вырубка лесов, уничтожение флористической составляющей, использование тяжелой техники в хозяйствовании, несоблюдение ротации севооборотов влекут за собой деградацию земель – явление вполне закономерное, интенсивность которого увеличивается вследствие экстенсивного типа ведения сельскохозяйственного производства.

Глубинный анализ проблемы эродированных земель, факторов их возникновения, а также применение новых подходов в математическом моделировании и картографическом исследовании смыва необходим для установления закономерностей распространения и развития деградационных процессов.

Все большее антропогенное влияние на экосистемы требует новых эффективных методов их мониторинга и диагностики состояния объектов окружающей среды.

Изучение эрозионных процессов на территориях, площади которых в современном землепользовании аналогичны площадям сельскохозяйственных угодий крупных фермерских хозяйств (100-500 га), требует учета величин (факторов), которые предопределяют как сам смыв (эрозионный потенциал осадков, почвозащитная эффективность агрофон рельефа и т.п.), так и его интенсивность. Наличие и их комбинирование влияют на интенсивность процессов почвообразования и деструкции.

Многочисленные исследования процесса водной эрозии показывают, что факторами, непосредственно влияющими на процесс смыва почвы, являются некоторые характеристики рельефа [1–4]. По данным значительного количества исследований, элементами рельефа, формирующими интенсивность эрозии, являются длина и крутизна склона [5–8].

Наличие значительной фактической базы наработок по вопросам морфометрии не решает существующих проблем, связанных с исследованием эрозионных процессов, поскольку установление характеристик основных факторов, определяющих интенсивность эрозионного процесса, зависит от масштаба

выполняемых исследований. Это, прежде всего, объясняется технической возможностью фиксирования таких свойств на разных уровнях исследований. При моделировании водной эрозии мало внимания уделяется почве как главному объекту смыва.

Надежное количественное обоснование почвозащитного, противоэрозионного земледелия и создание экологически сбалансированных агроландшафтов невозможно осуществить без детального определения параметров, влияющих на процессы эрозии.

Цель исследования – разработать методологические основы исследования эрозионных процессов применительно к условиям Кабардино-Балкарской Республики.

Материалы, методы и объекты исследования. Объект исследования – почвы Кабардино-Балкарской Республики. Исследования базируются на результатах анализа методов оценки экологического состояния почв, результатов агроэкомониторинга на основе изучения и обобщения статистических материалов Росстата^{1,2}, Минприроды РФ³.

Результаты исследования. Интенсивность эрозии E_r измеряют по потере почвой его массы m_1 с единицы площади S за единицу времени t и выражают в тоннах на гектар (т/га) или миллиметрах в год (мм/год):

$$E_r = \frac{m_1}{St}.$$

В этих единицах измеряют также скорость почвообразования:

$$W_p = \frac{m_2}{St},$$

где:

W_p – скорость почвообразования (т/га);

m_2 – масса образуемого грунта (т);

S – площадь исследуемого участка (га);

t – время, за которое происходит процесс почвообразования (год).

Сравнение скоростей эрозии и почвообразования указывает степень эрозионной угрозы почвам. Эрозионно опасными почвы считают, когда скорость эрозии превышает скорость образования гумусового профиля почвы $E_r > W_p$. С другой стороны, неровность почвы $E_r < W_p$ характеризует почвенный покров, на котором не происходят деградационные процессы или они незначительны.

Скорость увеличения гумусового профиля при формировании различных почв неодинакова, однако средней считают 0,2 мм/год. Исходя из этого, при интенсивности эрозии, не превышающей 0,2 мм/год, или 2 т/га в год, ее считают близкой к нулю и не принимают во внимание. В таблице 1 приведены характеристики эрозионной угрозы почв в соответствии с уровнем их проявления для условий Кабардино-Балкарии.

Таблица 1. Средневзвешенные значения смыва почв

Table 1. Weighted average values of soil erosion

Уровень эрозии почвы	Смыв, т/га/год
Отсутствует	0-2
Слабый	3-6
Средний	6-12
Сильный	12-16
Катастрофический	16-20

По характеру действия различают две группы факторов водной эрозии (рис. 1).

Первая группа – стимулирующие, которые формируют смыв – рельеф (крутизна, длина, форма, экспозиция склона), климат (количество и энергия осадков, температурный режим, влажность и др.), почва (структурно-агрегатное состояние, водопроницаемость, влагоемкость, пористость), содержание гумуса, почвообразующая порода и т.д. Вторая группа – защитные, способствующие повышению порога устойчивости почвы к смыву – агрофон (защита растительностью), агротехнические мероприятия (поконтурная обработка, строительство валов и т.п.). Установлено влияние стимулирующей или защитной роли основных групп факторов на формирование водной эрозии почвы.

¹ Охрана окружающей среды в Российской Федерации в 2010-2020 гг. Статистический сборник. Москва: Росстат России.

² Российский статистический ежегодник 2010-2020 гг. Москва: Росстат России.

³ Государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010-2020 гг.». Москва: Минприроды РФ.

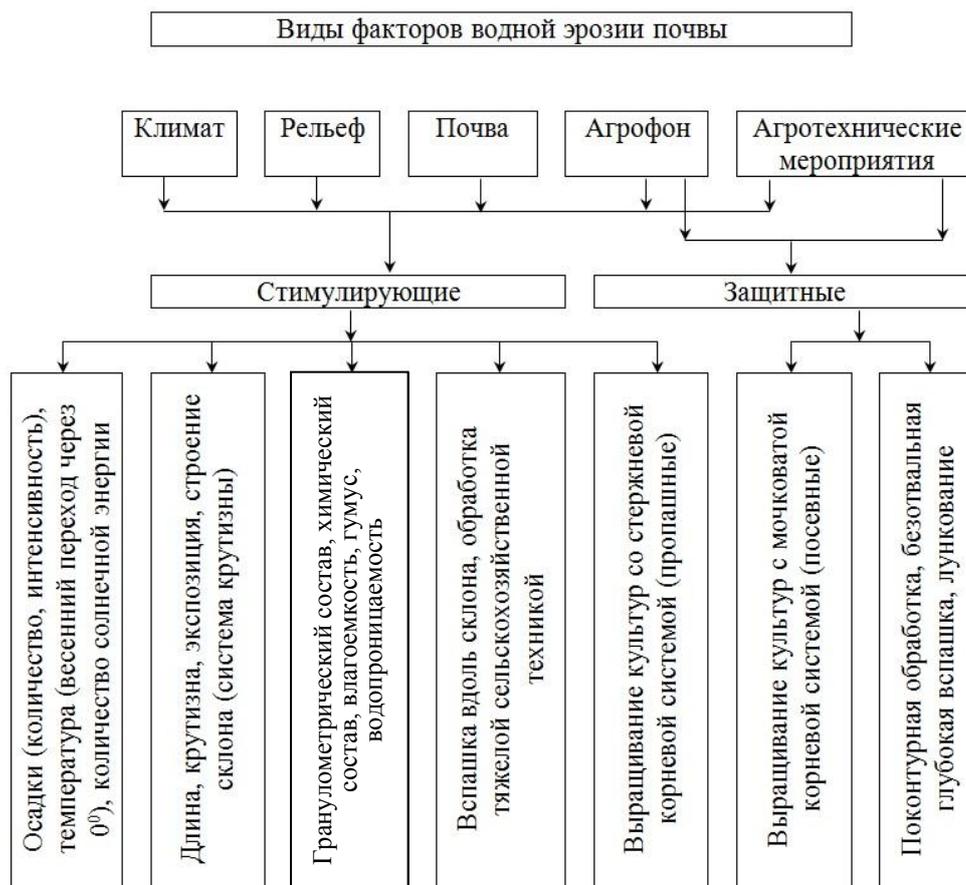


Рисунок 1. Классификационная схема факторов водной эрозии
Figure 1. Classification scheme for water erosion factors

Определение влияния приведенных факторов требует применения существующих исследований в области не только эрозиоведения, но и смежных наук (почвоведения, агрономии, гидрологии, геоморфологии, метеорологии, ландшафтоведения, геоинформационных систем, геодезии, фотограмметрии, землеустройства). При изучении влияния отдельных факторов на интенсивность эрозии следует иметь в виду, что они связаны не только между собой, но и с последствиями эрозии.

Например, система «геоморфологическое строение ↔ рельеф ↔ почва ↔ эродированность» имеет прямое и обратное действие. В первом случае почвообразующие породы определяют тип почвы, гранулометрический состав и химические свойства, а в результате характер смыва, а во втором – факт смыва определяет гранулометрические свойства почвы (структурно-агрегатное состояние, содержание гумуса), морфометрические показатели рельефа (строение склона), а в результате и геоморфологическое строение.

Одним из определяющих факторов водной эрозии являются климатические условия (температура, количество и интенсивность осадков и т.п.).

Особое внимание при учете климатического фактора уделяется осадкам. Воздействие климата на интенсивность водной эрозии почв определяется особенностями конкретных времен года. Различают два типа осадков – дождливые и снеговые. Особенности дождливых являются количество (мм) и интенсивность (мм/мин), которое определяет количество объема смытой почвы. Зависимость интенсивности эрозии от определенного временного отрезка (30 мин) прохождения дождя объясняется добогом поверхностного стока от водораздела до тальвега.

Большинство осадков, поступающих из атмосферы, находятся в жидком состоянии. Особенно разрушающее действие оказывают осадки, имеющие высокие пороговые значения интенсивности – ливни (табл. 2).

Таблица 2. Показатели ливневых дождей
Table 2. Indicators of heavy rains

Продолжительность, мин	Интенсивность, мм/мин	Количество осадков, мм
5	0,5	2,5
30	0,23	6,9
60	0,2	12
360	0,09	32,4

Во время формирования смыва в зимний период определяющими являются толщина снежного покрова (определяет степень промерзания почвы и объем воды), температурный режим (особенно количество переходов отметки через 0°C) и количество солнечной энергии (попадая на поверхность, формирует степени интенсивности и временной промежуток активного таяния снега). При оценке эрозионной опасности в период снеготаяния необходимо учитывать мощность слоя снежного покрова, который переходит в жидкое состояние талого стока и формирует определенную интенсивность смыва.

Непосредственным объектом воздействия эрозионных процессов является почва. Ее свойства могут выполнять как ускорение (стимулирование), так и замедление (защитная функция) разрушения.

Основными составляющими факторами почвы, которые влияют на интенсивность процесса эрозии, являются гранулометрический состав, содержание гумуса и водопроницаемость. Субъективные данные и их комбинационные варианты формируют показатель, определяющий противозэрозионное сильное или слабое действие конкретного типа почвы.

Почвы, подвергающиеся воздействию водной эрозии, имеют отличный от остальных гранулометрический состав. Соответственно, чем интенсивнее действие негативного процесса, тем меньше процентное содержание пыли и ила в пахотном горизонте, в то же время объем песчаных фракций значительно возрастает.

Не менее важным элементом устойчивости почв к размывам является содержание гумуса. Установлена четкая закономерность роста интенсивности смыва почвы в зависимости от содержания гумуса.

Растительность может выполнять как стимулирующую, так и защитную функцию. Защитная функция заключается в возможности уменьшения ударной силы капель дождя в зависимости от типа корневой системы и ее связующего свойства. После сбора урожая и использования корневых остатков в качестве удобрения увеличивается водопроницаемость, вследствие чего повышается противозэрозионная стойкость. Весенний смыв может уменьшаться благодаря агрофону, что связано, прежде всего, со свойством задержания зимних осадков и их равномерного распределения. В результате происходит уменьшение глубины промерзания грунта, а, соответственно, и смыва тальми водами

В подавляющем большинстве вид севооборота определяет тип возделывания во время вегетационного периода. Комплекс агротехнических мероприятий должен проводиться в соответствии с конкретными условиями, характерными для определенной территории. В таблице 3 приведены значения эффективности почвозащитных способов при борьбе со смывом.

Таблица 3. Эффективность обработки черноземов
Table 3. Efficiency of chernozem processing

Агротехнические мероприятия	Объемы смывой почвы, т/га
Зяблевая вспашка поперек склона	5,9
Глубокая пахота на 30-35 см	2,7
Пахота с прерывистой бороздой	7,5
Безотвальная, плоскорезная обработка пара	7,4
Снегозадержание	3,0
Полосное уплотнение снега	3,5

Рельеф земной поверхности является совокупностью геометрических форм, одним из основных факторов, обуславливающих и формирующих различные геодинамические процессы как результат взаимодействия эндо- и экзогенных процессов различных масштабов их проявления.

Выводы. Определение влияния крутизны на смыв почвы со склонов в чистом виде не может выполняться, поскольку такой процесс обусловлен индивидуальными характе-

ристиками дополнительного набора факторов, которые можно получить только при изучении рельефа разными подходами. Поэтому необходимо провести анализ региональных особенностей опытной территории.

Это позволит уменьшить погрешности, возникающие при использовании существующих математических моделей водной эрозии, и одновременно скорректировать их, адаптировав к региональным условиям.

Список литературы

1. Мотузова Г. В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв. Москва: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. 237 с.
2. Патова Е. Н., Кузнецова Е. Г. Экологический мониторинг: учебное пособие. Сыктывкар: СЛИ, 2013. 52 с.
3. Калинин В. М., Рязанова Н. Е. Экологический мониторинг природных сред: учебное пособие. Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2015. 203 с.
4. Гогмачадзе Г. Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации. Москва: Издательство Московского университета, 2010. 587 с.
5. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А., Пазова Т. Х. и др. Математическое моделирование процесса возникновения водной эрозии // АгроЭкоИнфо. 2020. № 2(40). С. 20.
6. Шекихачева Л. З. Научно обоснованные принципы почвозащитной системы земледелия // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 4(34). С. 86–90.
7. Шекихачева Л. З. Методические основы диагностики эродированности почв // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 108–114.
8. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Анализ последствий антропогенного воздействия на окружающую среду // Сборник научных трудов XI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 65–69.

References

1. Motuzova G.V., Bezuglova O.S. *Ekologicheskij monitoring pochv* [Ecological monitoring of soils]. Moscow: *Akademicheskij Proekt; Gaudeamus*, 2007. 237 p. (In Russ.)
2. Patova E.N., Kuznecova E.G. *Ekologicheskij monitoring* [Environmental Monitoring]: *uchebnoe posobie*. Syktyvkar: SLI, 2013. 52 p. (In Russ.)
3. Kalinin V.M., Ryazanova N.E. *Ekologicheskij monitoring prirodnyhsred* [Ecological monitoring of natural environments]: *uchebnoe posobie*. Moscow: NIC INFRA-M, 2015. 203 p. (In Russ.)
4. Gogmachadze G.D. *Agroekologicheskij monitoring pochv i zemel'nyh resursov Rossijskoj Federacii* [Agroecological monitoring of soils and land resources of the Russian Federation]. Moscow: *Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta*, 2010. 587 p. (In Russ.)
5. Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A., Pazova T.H., Shekihacheva L.Z., Kurmanova M.K. *Matematicheskoe modelirovanie processa voznikoveniya vodnoj erozii* [Mathematical modeling of the process of water erosion occurrence]. *AgroEkoInfo*. 2020;2 (40):20. (In Russ.)
6. Shekikhacheva L.Z. Scientifically based principles of soil protection system of agriculture. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;4(34):86–90. (In Russ.)
7. Shekikhacheva L.Z. Scientifically based recommendations for organization and technology of laying gardens. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):108–114. (In Russ.)
8. Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A. Analysis of the consequences of anthropogenic impact on the environment. *V sbornike: Sbornik nauchnyh trudov XI Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii*. [Collection of scientific papers of the XI All-Russian (national) scientific and practical conference] Nal'chik, 2021. P. 65–69. (In Russ.)

Сведения об авторе

Шекхачева Людмила Зачиевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства и экспертизы недвижимости, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 6853-7172, Author ID: 480041, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-2019

Information about the author

Ludmila L. Shekikhacheva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Land Management and Real Estate Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6853-7172, Author ID: 480041, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-2019

*Статья поступила в редакцию 29.07.2022;
одобрена после рецензирования 22.08.2022;
принята к публикации 24.08.2022.*

*The article was submitted 29.07.2022;
approved after reviewing 22.08.2022;
accepted for publication 24.08.2022.*

Научная статья
УДК 633.152:631.526.325(470.64)
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-38-44

Изучение гибридов сахарной кукурузы в условиях предгорной зоны КБР

Залим-Гери Султанович Шибзухов^{✉1}, Алим Юрьевич Кишев²,
Тимур Солтанович Айсанов³, Залина Султановна Шибзухова⁴,
Ислам Хасанович Гуляжинов⁵

^{1,2,4,5}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

³Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, Россия, 355017

^{✉1}konf07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9765-5633>

²a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

³aysanov_timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2525-7465>

⁴shibzuhova81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2827-8835>

⁵islamgulyazhinov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3233-1053>

Аннотация. Данная работа посвящена изучению различных гибридов сахарной кукурузы новой селекции, рекомендованных для выращивания в условиях Юга России. Объектами изучения были гибриды сахарной кукурузы первого поколения: Спирит, Бостон, Роялти, Вега и Оверленд, со сроками созревания от 75 до 85 дней. Посев проводился в один срок с привязкой на погодные условия и варьировал за годы исследований. Так, в 2020 году посев всех гибридов проводили 25 апреля, а в 2021 году удалось провести посев только 5 мая. Продуктивность сахарной кукурузы сильно зависит от выбора выращиваемых гибридов, а также условий произрастания. Семена сахарной кукурузы приобретались у проверенных поставщиков с сертификатом соответствия. У всех гибридов в условиях достаточной влажности всхожесть была высокая, что сопровождалось дружностью всходов и высокой энергией прорастания. В дальнейшем, попадая в течение вегетационного периода в разные условия произрастания, изменялись форма растений, площадь листьев, урожайность початков. Урожайность товарных початков исследуемых гибридов сахарной кукурузы тесно связана с их биометрическими показателями. Гибриды Вега и Оверленд показали наибольшие надбавки по урожайности товарных початков и превысили контроль на 3,8 и 4,9 т/га или на 18 и 23%. Гибрид Спирит, который был контрольным вариантом, показал наименьшую урожайность. Это связано с тем, что другие исследуемые гибриды более приспособлены к почвенно-климатическим условиям данной зоны.

Ключевые слова: сахарная кукуруза, гибриды, выживаемость, структура урожая, урожайность початков

Для цитирования. Шибзухов З.-Г. С., Кишев А. Ю., Айсанов Т. С., Шибзухова З. С., Гуляжинов И. Х. Изучение гибридов сахарной кукурузы в условиях предгорной зоны КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 38–44.
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-38-44

Original article

Studying hybrids of sugar corn under the conditions of the foothill zone of the KBR

Zalim-Geri S. Shibzukhov^{✉1}, Alim Yu. Kishiev², Timur S. Aisanov³,
Zalina S. Shibzukhova⁴, Islam Kh. Gulyazhinov⁵

^{1,2,4,5}Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030,

³Stavropol State Agrarian University, 12 Ln Zootechnichesky, Stavropol, Russia, 355017

✉¹konf07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9765-5633>

²a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>

³aysanov_timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2525-7465>

⁴shibzuhova81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2827-8835>

⁵islamgulyazhinov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3233-1053>

Abstract. This work is devoted to the study of various hybrids of sweet corn of a new selection, recommended for cultivation in the conditions of the South of Russia. The objects of study were the first generation sweet corn hybrids: Spirit, Boston, Royalty, Vega and Overland, with maturation periods from 75 to 85 days. Sowing was carried out at the same time with reference to weather conditions and varied over the years of research. So in 2020, the sowing of all hybrids was carried out on April 25, and in 2021 it was possible to sow only on May 5. The productivity of sweet corn is highly dependent on the choice of grown hybrids, as well as growing conditions. Sweet corn seeds were purchased from trusted suppliers with a certificate of conformity. In all hybrids, under conditions of sufficient humidity, germination was high, which is explained by the simultaneity of seedlings and high germination energy. Later, getting into different growing conditions during the growing season, the shape of plants, the area of leaves, and the yield of cobs changed. The yield of commercial cobs of the studied sweet corn hybrids is closely related to their biometric parameters. The Vega and Overland hybrids showed the highest increments in the yield of commercial cobs and exceeded the control by 3.8 and 4.9 t/ha or by 18 and 23%. Hybrid Spirit, which was the control variant, showed the lowest yield. This is due to the fact that other studied hybrids are more adapted to the soil and climatic conditions of this zone.

Keywords: sweet corn, hybrids, survival rate, yield structure, cob yield

For citation. Shibzukhov Z.-G.S., Kishev A.Yu., Aisanov T.S., Shibzukhova Z.S., Gulyazinov I.Kh. Studying hybrids of sugar corn under the conditions of the foothill zone of the KBR. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):38–44. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-38–44

Введение. В производстве сахарная кукуруза более требовательна, чем кормовая, по ряду причин. Во-первых, предъявляет более высокие требования к качеству агроприемов, к температурным условиям, почвенному плодородию, используемым удобрениям и т.д. Это связано с биологическим строением и сортовыми особенностями. В основном внимание обращают на гибриды данной культуры, так как существующие гибриды более адаптированы к погодным условиям и более конкурентоспособны на рынке [1–3]. При интенсивном производстве сахарной кукурузы первым шагом является подбор перспективных гибридов, обладающих высокой урожайностью и устойчивостью к болезням и вредителям, которые адаптированы к конкретным почвенно-климатическим условиям [3–5].

Исходя из этого, нами была поставлена задача провести научную работу по определению наиболее приспособленных и продуктивных гибридов сахарной кукурузы, которые впоследствии можно рекомендовать для возделывания в условиях предгорной зоны КБР.

Для объективного проведения исследования анализировали биологические и хозяйственные особенности гибридов, их приспособленность к природно-климатическим условиям выращивания, сравнивали продуктивность и качество получаемой продукции.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектами изучения были гибриды сахарной кукурузы первого поколения: Спирит, Бостон, Роялти, Вега и Оверленд, со сроками созревания от 75 до 85 дней. Посев проводили в один срок при накоплении тепла почвой +10°C. Так, в 2020 году посев всех гибридов проводили 25 апреля, а в 2021 году удалось провести посев только 5 мая. Исследования проводились в условиях ООО «ЮГ-Агро», почвы хозяйства представлены выщелоченным черноземом. Агротехника использовалась принятая в хозяйстве. Опыты проводили на площади 1,5 га. Проводили полив дождевальными машинами три раза за весь вегетационный период. Первый раз поливали в фазе трех-четырех листьев, второй полив провели в фазе выгонки метелок и третий по-

лив – в момент налива зерна образования початков. Несмотря на трехкратный полив, считаем, что влажность почвы была не оптимальная, так как осадки выпадали неравномерно и были ниже среднестатистических значений, и, по оценкам специалистов, полив сахарной кукурузы нужно проводить 5-8 раз за вегетационный период.

При невозможности проведения орошения специалисты рекомендуют применять специальный севооборот, сохраняющий влагу в почве и насыщающий поверхностный слой органическими удобрениями. Также следует проводить специальные агротехнические мероприятия [6].

Результаты исследования. В зависимости от гибрида, растения сахарной кукурузы способны значительно изменять биологические признаки роста, развития и урожайность.

Семена сахарной кукурузы приобретались у проверенных поставщиков с сертификатом соответствия. У всех гибридов в условиях достаточной влажности всхожесть была высокая, что сопровождалось дружностью всходов и высокой энергией прорастания. В дальнейшем, попадая в течение вегетационного периода в разные условия произрастания, изменялись форма растений, площадь листьев, урожайность початков (табл. 1).

Таблица 1. Выживаемость гибридов сахарной кукурузы, в среднем за 2020-2021 гг.

Table 1. Survival of sweet corn hybrids, on average for 2020-2021

Сорт	Количество растений тыс. шт./га		Выживаемость, %
	всходы	при уборке	
Спирит (К)	57,5	55,6	96
Бостон	56,7	53,5	94
Роялти	56,8	53,4	94
Вега	58,8	56,5	96
Оверленд	59,4	57,8	97

Норма высева гибридов была одинаковая – 60 тыс. шт. семян на 1 га. Так, у контрольного гибрида Спирит всхожих семян на 1 га было получено 57,5 тыс. шт. растений, а у Бостона, Роялти – 56,7 и 56,8 тыс. шт. растений соответственно. Более высокую всхожесть имели

Вега и Оверленд, соответственно, с 58,8 и 59,4 тыс. шт. всхожих растений. У Оверленд отмечено наибольшее количество сохранившихся растений при уборке – 57,8 тыс. шт./га, а их выживаемость составила 97%. Меньшей всхожестью характеризовались гибриды Бостон и Роялти – 53,4-53,5 тыс. шт./га всхожих семян и выживаемость составила 94%.

Наблюдения показали, что выживаемость растений в 2020 году в зависимости от сорта изменялась от 92% до 95%, а в 2021 году она была на уровне до 95-98%. Такая разница объясняется климатическими условиями конкретного года исследований.

Изучение основных признаков вегетационного периода сахарной кукурузы имеет большое практическое значение, так как определяет сроки хозяйственного использования растений [6–10].

Экспериментальные исследования показали, что даты наступления основных фаз вегетации и вегетационного периода в целом зависят в первую очередь от заложенных в гибридах генетических особенностей [11, 12].

В среднем за годы исследований продолжительность периода посев – всходы у раннего сорта Спирит составила 9 суток, у среднеранних Бостона, Роялти – 10 суток.

Периоды уборки у изучаемых гибридов варьировались от 25 июля до 5 августа.

В условиях предгорной зоны КБР ориентировочный срок уборки гибридов кукурузы можно определить по межфазному периоду цветение початков – техническая спелость, который у изучаемых гибридов составлял 14-15 суток. Исходя из этого, продолжительность периода от посева до уборки сахарной кукурузы у Спирит была наименьшей и составила 76 суток, у Бостона и Роялти была выше – по 79 суток, Вега и Оверленд характеризовались более поздними сроками созревания – 84 дня (табл. 2).

У всех изучаемых гибридов сахарной кукурузы изменялась продолжительность вегетационного периода в зависимости от климатических условий года и характеристик выращиваемых гибридов (табл. 3).

Таким образом, даты наступления основных фаз вегетации и продолжительность вегетационного периода в большей степени зависят от характеристик выращиваемых гибридов.

Таблица 2. Продолжительность основных межфазных периодов различных гибридов сахарной кукурузы, в среднем за 2020-2021 гг. (суток)

Table 2. The duration of the main interphase periods of various sweet corn hybrids, on average for 2020-2021 (days)

Сорт	Посев – всходы	Всходы – 5 лист	5 лист – выметывание метелки	Выметывание метелки – цветение початков	Цветение початков – техническая спелость	Всходы – техническая спелость
Спирит(К)	9	12	40	10	14	76
Бостон	10	11	43	11	14	79
Роялти	10	11	43	11	14	79
Вега	10	13	44	12	15	84
Оверленд	10	13	44	12	15	84

Самым главным показателем при выращивании сельскохозяйственных культур является их урожайность. По урожайности изучаемых гибридов мы впоследствии даем рекомендации по выбору лучших гибридов, пригодных для возделывания и наиболее

эффективных в данной местности. Урожайность товарных початков сахарной кукурузы имела отличия в зависимости от гибрида, несмотря на одинаковые условия произрастания и одинаковую агротехнику (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность гибридов сахарной кукурузы (в початках), 2020-2021 гг., т/га

Table 3. Yield of sweet corn hybrids (on the cob), 2020-2021, t/ha

Вариант	Урожайность, т/га		Средняя урожайность, т/га	Отклонение от (К)	
	2020 г.	2021 г.		±Д,т	%
Спирит (К)	20,2	21,6	20,6	-	-
Бостон	21,7	23,2	22,1	+1,5	7
Роялти	22,4	24,1	22,9	+2,3	11
Вега	23,2	25,7	24,4	+3,8	18
Оверленд	24,3	26,6	25,5	+4,9	23
НСР ₀₅ , т/га	1,4	1,6	-	-	-

Из вышеприведенных данных видно, что урожайность товарных початков исследуемых гибридов сахарной кукурузы тесно связана с их биометрическими показателями. Гибриды Вега и Оверленд показали наибольшие прибавки урожайности товарных початков и превысили контроль на 3,8 и 4,9 т/га или на 18 и 23%. Гибрид Спирит, который мы брали за контрольный вариант, показал наименьшую урожайность. Это связано с тем, что другие исследуемые гибриды более приспособлены к почвенно-климатическим условиям данной зоны.

В 2021 году урожайность товарных початков изучаемых гибридов сахарной кукурузы среди была на 7-9% выше, чем в 2020 году.

Все вышеперечисленные особенности условий роста и биологические свойства каждого гибрида естественным образом отражаются на элементах структуры их урожая.

Выводы. Таким образом, исследования гибридов сахарной кукурузы по следующим показателям, как продолжительность вегетационного периода, урожайность початков показали, что наиболее урожайными эффективным для возделывания в условиях предгорной зоны КБР является гибрид Оверленд, который ежегодно показывал наибольшую урожайность (среднее за 2 года 25,5 т/га) даже в условиях недостаточной влажности. Также данный гибрид по сравнению с дру-

гими имел меньшее количество нетоварной продукции. Кроме Оверленд, гибрид Вега с наименьшей разницей по структуре урожая и урожайности в пределах 24,4 т/га показывал ежегодные устойчивые урожаи початков с хорошими характеристиками качественных

показателей. На основании исследований можно рекомендовать выращивать в условиях предгорной зоны КБР гибриды Оверленд, Вега и Роялти. Остальные гибриды (Спирит и Бостон) так же достойны внимания при отсутствии рекомендованных гибридов.

Список литературы

1. Назранов Х. М., Ашхотова М. Р., Халишхова Л. З., Шибзухов З.-Г. С. Инновационный потенциал развития овощеводства в регионе // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2019. № 3. С. 86–90.
2. Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Жеруков Т. Б., Шибзухов З.-Г. С. Эффективность микроэлементов в земледелии // Аграрная Россия. 2019. № 1. С. 19–23.
3. Шогенов Ю. М., Шибзухов З. С. Влияние сортовых особенностей и сроков посева на фотосинтетическую деятельность растений гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. 2018. С. 331–335.
4. Эльмесов А. М., Шибзухов З. С. Особенности обработки почвы под кукурузу // II международная научно-практическая интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2017. С. 1113–1118.
5. Ханиева И. М., Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г. С. Зависимость структуры урожая гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии от сортовых особенностей и обработки биопрепаратами // Материалы международной научно-практической конференции «Технологии, инструменты и механизмы инновационного развития». НИЦ «Поволжская научная корпорация». 2017. С. 159–162.
6. Есаулко А. Н., Донцов А. Ф., Сигида М. С. и др. Влияние технологий возделывания на урожайность культур севооборота в условиях ООО ОПХ «ЛУЧ» Новоселицкого района Ставропольского края // Материалы Научно-практической конференции «Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика». 2013. С. 95–98.
7. Ханиева И. М., Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г. С. Урожайность гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии в зависимости от сортовых особенностей и сроков посева // Материалы международной научно-практической конференции «Технологии, инструменты и механизмы инновационного развития». НИЦ «Поволжская научная корпорация». 2017. С. 162–164.
8. Эльмесов А. М., Шибзухов З. С. Регулирование сорного компонента агрофитоценоза в земледелии // II международная научно-практическая интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2017. С. 822–825.
9. Кишев А. Ю., Ханиева И. М., Жеруков Т. Б., Шибзухов З.-Г. С. Применение новых гербицидов на посевах кукурузы на выщелоченных черноземах КБР // Сб. статей XII Международной научно-практической конференции. 2017. С. 77–79.
10. Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г. С., Эльмесов С. Б., Виндугов Т. С. Фотосинтетическая деятельность растений гибридов кукурузы в связи с сортовыми особенностями и сроками посева в Кабардино-Балкарии // Материалы международной научно-практической конференции «Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства». 2017. С. 346–348.
11. Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г. С., Уянаева З. Э. Влияние уровня минерального питания на урожайность гибридов кукурузы в условиях КБР // Материалы международной научно-практической конференции «Технологии, инструменты и механизмы инновационного развития». НИЦ «Поволжская научная корпорация». 2017. С. 194–197.
12. Ezaov A., Shibzukhov Z.-G., Beslaneev B. [et al.] Prospects and technology of cultivation of organic vegetable production on open ground in southern Russia conditions // E3S Web of Conferences Volume 222, 2020, 10.1051/e3sconf/202022202003

References

1. Nazranov Kh.M., Ashkhotova M.R., Khalishkhova L.Z., Shibzukhov Z.-G.S. Innovative potential of development of vegetables in the region. *RISK: Resources, Information, Supply, Competition*. 2019;(3):86–90. (In Russ.)
2. Kisev A.Yu., Khaniyeva I.M., Zherukov T.B., Shibzukhov Z.S. Efficiency of microelements in Agriculture. *Agrarian Russia*. 2019;(1):19–23. (In Russ.)
3. Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S. Influence of varietal characteristics and sowing dates on the photosynthetic activity of maize hybrid plants in Kabardino-Balkaria. *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya* [The current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management]. 2018. Pp. 331–335. (In Russ.)
4. Elmesov A.M., Shibzukhov Z.S. Peculiarities of tillage for corn. *II mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya «Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya»* [II International Scientific and Practical Internet Conference "Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management"]. Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya. 2017. Pp. 1113–1118. (In Russ.)
5. Khaniyeva I.M., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.-G.S. Dependence of the yield structure of corn hybrids in Kabardino-Balkaria on varietal characteristics and treatment with biological products. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tekhnologii, instrumenty i mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya»*. NITS «Povolzhskaya nauchnaya korporatsiya» [Materials of the international scientific and practical conference "Technologies, tools and mechanisms of innovative development"]. Research Center "Volga Scientific Corporation". 2017. Pp. 159–162. (In Russ.)
6. Yesaulko A.N. [et al.]. Influence of cultivation technologies on the yield of crops of crop rotation in the conditions of LLC OPH "LUCH" of the Novoselitsky district of the Stavropol Territory. *Materialy Nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauchno-obosnovannyye sistemy zemledeliya: teoriya i praktika* [Materials of the Scientific and practical conference "Science-based farming systems: theory and practice"]. 2013. Pp. 95–98. (In Russ.)
7. Khaniyeva I.M., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.-G.S. Productivity of corn hybrids in Kabardino-Balkaria depending on varietal characteristics and sowing dates. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tekhnologii, instrumenty i mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya»*. NITS «Povolzhskaya nauchnaya korporatsiya» [Materials of the international scientific and practical conference "Technologies, tools and mechanisms of innovative development"]. Research Center "Volga Scientific Corporation". 2017. Pp. 162–164. (In Russ.)
8. Elmesov A.M., Shibzukhov Z.S. Regulation of the weed component of agrophytocenosis in agriculture. *II mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya «Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya»* [II International Scientific and Practical Internet Conference "Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management"]. Prikaspiyskiy NII aridnogozemledeliya. 2017. Pp. 822–825. (In Russ.)
9. Kisev A.Yu., Khaniyeva I.M., Zherukov T.B., Shibzukhov Z.-G.S. The use of new herbicides on corn crops on leached chernozems of the KBR. *Sb. statey XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [European research: coll. articles of the XII International Scientific and Practical Conference]. 2017. Pp. 77–79. (In Russ.)
10. Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S., Elmesov S.B., Vindugov T.S. Photosynthetic activity of corn hybrid plants in connection with varietal characteristics and sowing dates in Kabardino-Balkaria. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauchno-prakticheskie puti povysheniya ekologicheskoy ustoychivosti i sotsialno-ekonomicheskoe obespechenie selskohozyaistvennogo proizvodstva»*. [Materials of the international scientific-practical conference "Scientific and practical ways to improve environmental sustainability and socio-economic support of agricultural production"]. 2017. Pp. 346–348. (In Russ.)
11. Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.-G.S., Uyanayeva Z.E. Influence of the level of mineral nutrition on the productivity of corn hybrids under the conditions of the KBR. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tekhnologii, instrumenty i mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya»*. NITS «Povolzhskaya nauchnaya korporatsiya» [Materials of the international scientific and practical conference "Technologies, tools and mechanisms of innovative development"]. Research Center "Volga Scientific Corporation". 2017. Pp. 194–197. (In Russ.)
12. Ezaov A., Shibzukhov Z.-G., Beslanev B. [et al.] Prospects and technology of cultivation of organic vegetable production on open ground in southern Russia conditions. *E3S Web of Conferences*. Volume 222, 2020, 10.1051/e3sconf/202022202003

Сведения об авторах

Шибзухов Залим-Гери Султанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2455-5191, Author ID: 481121

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

Айсанов Тимур Солтанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры производства и переработки продуктов питания из растительного сырья, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет», SPIN-код: 4359-8476, Author ID: 789826

Шибзухова Залина Султановна – кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства и строительства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 806838

Гуляжинов Ислам Хасанович – аспирант кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1923-8830, Author ID: 1149095

Information about the authors

Zalim-Geri S. Shibzukhov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2455-5191, Author ID: 481121

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

Timur S. Aisanov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Production and Processing of Food Products from Vegetable Raw Materials, Stavropol State Agrarian University, SPIN-code: 4359-8476, Author ID: 789826

Zalina S. Shibzukhova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Construction, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 806838

Islam Kh. Gulyazinov – Postgraduate student of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1923-8830, Author ID: 1149095

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 19.08.2022;
одобрена после рецензирования 12.09.2022;
принята к публикации 14.09.2022.*

*The article was submitted 19.08.2022;
approved after reviewing 12.09.2022;
accepted for publication 14.09.2022.*

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Научная статья

УДК 636.234.1:636.03

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-45-57

Продуктивные особенности голштинских коров при внутрилинейном подборе и реципрокном кроссе линий

Рустам Заурбиевич Абдулхаликов^{✉1}, Тимур Тазретович Тарчоков²,
Заурбек Магометович Айсанов³, Мадина Гамовна Тлейншева⁴,
Заира Сафарбиевна Хасанова⁵

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

^{✉1}rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

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

³Zaurbek.1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2829-2848>

⁴tleinsheva.madina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9239-8591>

⁵khasanova.zaira@mail.ru

Аннотация. В молочном скотоводстве для сохранения уровня продуктивности коров определенной линии используется внутрилинейный подбор, позволяющий консолидировать у получаемого потомства ценные гены родоначальника линии. В то же время, чтобы выявить проявление эффекта гетерозиса по ведущим селекционным признакам, необходимо изучить сочетаемость линий. Целью проведенных научных исследований являлись изучение и выявление наиболее эффективного варианта межлинейного скрещивания и внутрилинейного подбора животных линий Вис Айдиал 933122 и Рефлекшн Соверинг 198998, повышающего продуктивность разводимого в ООО «Агро-Союз» голштинского чернопестрого скота. Для проведения исследований сформировали четыре группы коров, общей численностью 210 голов. Анализ полученных данных показал, что наибольшими удоем за лактацию, выходом молочного жира, выходом молочного белка и индексом молочности характеризовались коровы, полученные в результате внутрилинейного подбора животных из линии Вис Айдиал 933122, у которых превосходство над коровами других опытных групп составило, соответственно, 132-668 кг; 1,5-26,4 кг; 1,7-22,0 кг и 2,8-49,6 кг. Таким образом, чтобы остановить свой выбор на одном из селекционных приемов повышения молочной продуктивности крупного рогатого скота, рекомендуется предварительно провести в каждом молочном стаде сравнительную оценку продуктивных качеств коров, полученных на основе внутрилинейного подбора и кросса линий.

Ключевые слова: голштинская корова, племенной подбор, кросс линий, молочная продуктивность, живая масса, индекс молочности

Для цитирования. Абдулхаликов Р. З., Тарчоков Т. Т., Айсанов З. М., Тлейншева М. Г., Хасанова З. С. Продуктивные особенности голштинских коров при внутрилинейном подборе и реципрокном кроссе линий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 45–57. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-45-57

Original article

Productive features of holstein cows with intra-linear selection and reciprocal cross of lines

Rustam Z. Abdulkhalikov^{✉1}, Timur T. Tarchokov², Zaurbek M. Aisanov³,
Madina G. Tleynsheva⁴, Zaira S. Khasanova⁵

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

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

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

³Zaurbek.1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2829-2848>

⁴tleinsheva.madina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9239-8591>

⁵khasanova.zaira@mail.ru

Abstract. In dairy cattle breeding, in order to maintain the level of productivity of cows of a certain line, intra-linear selection is used, which allows consolidating valuable genes of the ancestor of the line in the resulting offspring. At the same time, in order to identify the manifestation of the heterosis effect by the leading breeding characteristics, it is necessary to study the compatibility of lines. The purpose of the conducted research was to study and identify the most effective variant of interlinear crossing and intra-linear selection of animals of the Vis Idial 933122 and Reflection Sovering 198998 lines, which increases the productivity of Holstein black-and-white cattle bred in Agro-Soyuz LLC. Four groups of cows were formed for the research, with a total number of 210 heads. Analysis of the data obtained showed that the highest milk yield for lactation, milk fat yield, milk protein yield and milk content index were characterized by cows obtained as a result of in-line selection of animals from the Vis Idial 933122 line, whose superiority over cows of other experimental groups was, respectively, 132-668 kg; 1.5-26.4 kg; 1.7-22.0 kg and 2.8-49.6 kg. Thus, in order to opt for one of the breeding techniques to increase the dairy productivity of cattle, it is recommended that a comparative assessment of the productive qualities of cows obtained on the basis of in-line selection and line crossing be carried out in each dairy herd.

Keywords: Holstein cow, breeding selection, cross lines, milk productivity, live weight, milk index

For citation. Abdulkhalikov R.Z., Tarchokov T.T., Aisanov Z.M., Tleynsheva M.G., Khasanova Z.S. Productive features of Holstein cows with intra-linear selection and reciprocal cross of lines. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):45–57 (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-45-57

Введение. Правильно организованный методический отбор с последующим целенаправленным подбором являются залогом успеха селекционно-племенной работы со всеми видами сельскохозяйственных животных.

Каждая порода сельскохозяйственных животных состоит из нескольких структурных элементов, из которых наибольшим многообразием характеризуются линии. Поэтому, при чистопородном разведении основной упор делается на работу с различными линиями.

В молочном скотоводстве для сохранения высокого уровня продуктивности коров определенной линии используется внутрилиней-

ный подбор, позволяющий консолидировать у получаемого потомства ценные гены родоначальника линии. Поскольку все представители одной и той же линии родственны друг другу, проводимый внутрилинейный подбор родительских пар приводит к умеренному или отдаленному инбридингу, который, как известно, в ряде случаев дает положительные результаты [1–10].

В то же время наличие генетических различий между родителями может оказать свое влияние на проявление у получаемого потомства эффекта гетерозиса по ведущим селекционным признакам. Следовательно, для то-

го, чтобы выявить проявление эффекта гетерозиса по хозяйственно-полезным признакам, необходимо изучить сочетаемость линий в результате проводимого межлинейного скрещивания, или так называемого кросса линий.

В молочном скотоводстве изучению результативности межлинейных кроссов уделяется большое внимание [11–19].

Наряду с этим, на наш взгляд, при изучении сочетаемости разных линий крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород методически более обоснованным было бы сравнение двух вариантов реципрокного скрещивания как между собой, так и с исходными линиями, в которых применялся внутрилинейный подбор.

Цель исследования. Целью проведенных научных исследований являлись изучение и

выявление наиболее эффективного варианта межлинейного скрещивания и внутрилинейного подбора животных молочного стада ООО «Агро-Союз», повышающего продуктивность разводимого в данном хозяйстве голштинского черно-пестрого скота.

Материал, методы и объекты исследования. Исследования по изучению влияния разных вариантов межлинейного скрещивания и внутрилинейного подбора на молочную продуктивность коров проводили на промышленном молочном комплексе ООО «Агро-Союз», расположенном в Чегемском районе Кабардино-Балкарской Республики.

Для проведения исследований сформировали четыре группы коров по схеме, приводимой в таблице 1.

Таблица 1. Схема формирования опытных групп животных
Table 1. Scheme of formation of experimental groups of animals

Номер группы	Количество коров в группе	Линейная принадлежность матери коровы	Линейная принадлежность отца коровы
1	70	Вис Айдиал 933122	Рефлекшн Соверинг 198998
2	48	Рефлекшн Соверинг 198998	Вис Айдиал 933122
3	50	Вис Айдиал 933122	Вис Айдиал 933122
4	42	Рефлекшн Соверинг 198998	Рефлекшн Соверинг 198998

Изучаемые показатели:

1. Удой в первую, вторую и третью лактации.

2. Жирномолочность в первую, вторую и третью лактации.

3. Выход молочного жира в первую, вторую и третью лактации.

4. Белковомолочность в первую, вторую и третью лактации.

5. Выход молочного белка в первую, вторую и третью лактации.

6. Живая масса в первую, вторую и третью лактации.

7. Индекс молочности в первую, вторую и третью лактации.

У всех животных опытных групп ежедневно проводили учет величины удоя и один раз в месяц – учет жирномолочности и белковомолочности с помощью анализатора качества молока «Клевер-2».

Живую массу коров определяли методом индивидуального взвешивания на втором-третьем месяце каждой лактации.

Весь собранный первичный материал прошел биометрическую обработку методом вариационной статистики [20].

Результаты исследования. О различиях сравниваемых опытных групп коров по величине удоя в разрезе первой, второй и третьей лактации можно судить по данным, приводимым в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что среди коров первого отела наибольшей величиной удоя за лактацию характеризовались животные третьей группы, у которых этот показатель был выше, чем у животных первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 668 ($p > 0,99$), 305 ($p < 0,95$) и 132 кг ($p < 0,95$). На втором месте находились коровы-первотелки четвертой группы, превосходившие сверстниц из первой и второй групп, соответственно, на 536 ($p > 0,95$) и 173 кг ($p < 0,95$).

Сравнение коров опытных групп по удою за вторую лактацию показало преимущество животных третьей группы над сверстницами

первой группы на 611 кг ($p>0,95$), над сверстницами второй группы – на 278 кг ($p<0,95$), над сверстницами четвертой группы – на 118 кг ($p<0,95$). Коровы четвертой группы статистически достоверно превосходили по величине удоя сверстниц первой группы на 493 кг ($p>0,95$). Превосходство коров четвертой группы над коровами второй группы составило 160 кг и было статистически недостоверным ($p<0,95$).

В третью лактацию лидирующее положение по величине удоя также было у животных третьей группы. Превосходство коров третьей группы над коровами первой, второй и четвертой групп составило по удою, соответственно, 603 ($p>0,95$), 262 ($p<0,95$) и 111 кг ($p<0,95$). У коров четвертой группы удой за третью лактацию был выше, чем у сверстниц первой группы, на 492 кг ($p>0,95$), и выше, чем у коров второй группы, на 151 кг ($p<0,95$).

Таблица 2. Удой за лактацию коров разных опытных групп, кг
Table 2. Milk yield for lactation of cows of different experimental groups, kg

Лактация	Группа	n	$\bar{X} \pm m_x^-$	Разница между группами					
				1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
1	1	70	7959±161	363	668 ^{xx}	536 ^x	305	173	132
	2	48	8322±181						
	3	50	8627±195						
	4	42	8495±191						
2	1	70	8214±147	333	611 ^x	493 ^x	278	160	118
	2	48	8547±184						
	3	50	8825±187						
	4	42	8707±201						
3	1	70	8309 ±150	341	603 ^x	492 ^x	262	151	111
	2	48	8650 ±187						
	3	50	8912 ±189						
	4	42	8801 ±200						

^x – $p>0,95$; ^{xx} – $p>0,99$.

В целом, в первую, вторую и третью лактации наибольшим удоём отличались коровы третьей группы, полученные в результате внутрилинейного подбора животных из линии Вис Айдиал, наименьшим удоём – коровы из первой группы, полученные на основе кросса линий Вис Айдиал (матери) и Рефлекшн Соверинг (отец).

В таблице 3 отражены показатели процентного содержания жира в молоке коров разных опытных групп в первую, вторую и третью лактации.

Анализ данных таблицы 3 показал, что среди коров-первотелок опытных групп наибольшим содержанием жира в молоке характеризовались животные четвертой группы,

превосходство которых над животными первой, второй и третьей групп составило, соответственно, 0,06 ($p>0,95$), 0,08 ($p>0,999$) и 0,04% ($p<0,95$). Превосходство коров-первотелок третьей группы над сверстницами первой и второй групп находилось в пределах 0,02-0,04% и было статистически недостоверным ($p<0,95$).

Во вторую лактацию превосходство коров четвертой группы по жирномолочности над коровами первой, второй и третьей групп равнялось 0,05 ($p<0,95$), 0,06 ($p>0,99$) и 0,02% ($p<0,95$) соответственно. Жирномолочность коров третьей группы превосходила жирномолочность коров первой и второй групп на 0,03 ($p<0,95$) и 0,06% ($p>0,99$) соответственно.

Таблица 3. Жирномолочность коров разных опытных групп, %
Table 3. Fat content of cows of different experimental groups, %

Лакта- ция	Группа	n	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	Разница между группами					
				1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
1	1	70	3,70±0,02	0,02	0,02	0,06 ^x	0,04	0,08 ^{xxx}	0,04
	2	48	3,68 ±0,01						
	3	50	3,72 ±0,02						
	4	42	3,76 ±0,02						
2	1	70	3,79 ±0,02	0,03	0,03	0,05	0,06 ^{xx}	0,08 ^{xxx}	0,02
	2	48	3,76 ±0,01						
	3	50	3,82 ±0,02						
	4	42	3,84 ±0,02						
3	1	70	3,86 ±0,02	0,02	0,03	0,06	0,05 ^x	0,08 ^x	0,03
	2	48	3,84 ±0,02						
	3	50	3,89 ±0,01						
	4	42	3,92 ±0,03						

^x – p>0,95; ^{xx} – p>0,99; ^{xxx} – p>0,999.

В третью лактацию жирномолочность коров четвертой группы достигала 3,92%, что больше, чем у сверстниц первой, второй и третьей групп, соответственно, на 0,06 (p<0,95), 0,08 (p>0,95) и 0,03% (p<0,95). У коров третьей группы процентное содержание жира в молоке было выше, чем у коров первой группы, на 0,03% (p<0,95), и выше, чем у коров второй группы, на 0,05% (p>0,95).

В то же время в первую, вторую и третью лактации наибольшим содержанием жира в

молоке отличались животные из четвертой группы, полученные в результате внутрилинейного подбора животных из линии Рефлекшн Соверинг, а наименьшим содержанием жира в молоке – коровы из второй группы, полученные на основе кросса линий Рефлекшн Соверинг (матери) и Вис Айдиал (отец).

Насколько коровы из разных опытных групп могут различаться по количеству молочного жира, произведенного за лактацию, можно судить по данным таблицы 4.

Таблица 4. Выход молочного жира у коров разных опытных групп, кг
Table 4. Milk fat yield in cows of different experimental groups, kg

Лакта- ция	Группа	n	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	Разница между группами					
				1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
1	1	70	294,5 ±5,3	11,7	26,4 ^{xx}	24,9 ^{xx}	14,7	13,2	1,5
	2	48	306,2 ±6,6						
	3	50	320,9 ±6,8						
	4	42	319,4 ±7,4						
2	1	70	311,3 ±5,6	10,1	25,8 ^{xx}	23,0 ^x	15,7	12,9	2,8
	2	48	321,4 ±7,0						
	3	50	337,1 ±7,2						
	4	42	334,3 ±7,7						
3	1	70	320,7 ±5,7	11,5	26,0 ^{xx}	24,3 ^x	14,5	12,8	1,7
	2	48	332,2 ±7,2						
	3	50	346,7 ±7,4						
	4	42	345,0 ±8,0						

^x – p>0,95; ^{xx} – p>0,99.

Сравнивая опытные группы животных по выходу молочного жира, установили, что в первую лактацию наибольшее количество молочного жира было получено от коров третьей группы, у которых этот показатель был выше, чем у коров первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 26,4 ($p>0,99$), 14,7 ($p<0,95$) и 1,5 кг ($p<0,95$). У коров четвертой группы выход молочного жира был выше, чем у животных из первой и второй группы, соответственно, на 24,9 ($p>0,99$) и 13,2 кг ($p<0,95$).

Во вторую лактацию выход молочного жира у коров третьей группы был равен 337,1 кг, что больше, чем у сверстниц первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 25,8 ($p>0,99$), 15,7 ($p<0,95$) и 2,8 кг ($p<0,95$). Превосходство коров четвертой группы по выходу молочного жира над коровами первой и второй групп, соответственно, достигало 23,0 ($p>0,95$) и 12,9 кг ($p<0,95$).

В третью лактацию наибольшее количество молочного жира произвели коровы третьей группы – 346,7 кг, что выше, чем сверстницы первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 26,0 ($p>0,99$), 14,5 ($p<0,95$) и 1,7 кг ($p<0,95$). У коров четвертой группы выход молочного жира составил 345,0 кг, что выше, чем у сверстниц первой группы, на 24,3 кг ($p>0,95$), и выше, чем у сверстниц второй группы, на 12,8 кг ($p<0,95$).

На протяжении всех трех лактаций наибольшим выходом молочного жира характеризовались коровы третьей группы, наименьшим выходом молочного жира – коровы первой группы.

О процентном содержании белка в молоке коров, полученных в результате применения внутрилинейного подбора и кросса линий, можно судить по данным таблицы 5.

Таблица 5. Белковомолочность коров разных опытных групп, %
Table 5. Protein-milk content of cows of different experimental groups, %

Лактация	Группа	n	$\bar{X} \pm m_x^-$	Разница между группами					
				1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
1	1	70	3,16 ± 0,01	0,03	0,01	0,04 ^{xx}	0,04	0,07 ^{xx}	0,03 ^x
	2	48	3,13 ± 0,02						
	3	50	3,17 ± 0,01						
	4	42	3,20 ± 0,01						
2	1	70	3,18 ± 0,01	0,02	0,03 ^x	0,04 ^{xx}	0,05 ^x	0,06 ^{xx}	0,01
	2	48	3,16 ± 0,02						
	3	50	3,21 ± 0,01						
	4	42	3,22 ± 0,01						
3	1	70	3,17 ± 0,01	0,02	0,02	0,04 ^{xx}	0,04	0,06 ^{xx}	0,02
	2	48	3,15 ± 0,02						
	3	50	3,19 ± 0,01						
	4	42	3,21 ± 0,01						

^x – $p>0,95$; ^{xx} – $p>0,99$.

Из приведенных в таблице 5 данных видно, что в первую лактацию наибольшим содержанием белка в молоке отличались животные четвертой группы, у которых этот показатель был выше, чем у сверстниц первой, второй и третьей групп, соответственно, на 0,04 ($p>0,99$), 0,07 ($p>0,99$) и 0,03% ($p>0,95$). У коров третьей группы белковомолочность была выше, чем у животных первой и второй группы, соответственно, на 0,01 ($p<0,95$) и 0,04% ($p<0,95$).

Во вторую лактацию наибольшим содержанием белка в молоке характеризовались коровы четвертой группы, у которых этот показатель был выше, чем у животных первой, второй и третьей групп, соответственно, на 0,04 ($p>0,99$), 0,06 ($p>0,99$) и 0,01% ($p<0,95$). Превосходство коров третьей группы по белковомолочности над животными первой и второй группы составило, соответственно, 0,03 ($p>0,95$) и 0,05% ($p>0,95$).

В третью лактацию у коров четвертой группы белковомолочность составила 3,21%, что выше, чем у сверстниц первой, второй и третьей групп, соответственно, на 0,04 ($p>0,99$), 0,06 ($p>0,99$) и 0,02% ($p<0,95$). Коровы третьей группы превосходили по процентному содержанию белка в молоке сверстниц первой и второй групп, соответственно, на 0,02 ($p<0,95$) и 0,04% ($p<0,95$).

В первую, вторую и третью лактации наибольшей белковомолочностью характеризовались коровы четвертой группы, наименьшей белковомолочностью – коровы второй группы.

Данные по количеству молочного белка, произведенного коровами опытных групп в первую, вторую и третью лактации, приводятся в таблице 6.

Таблица 6. Выход молочного белка у коров разных опытных групп, кг
Table 6. Milk protein yield in cows of different experimental groups, kg

Лак- тация	Группа	n	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	Разница между группами					
				1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
1	1	70	251,5 ±4,4	9,0	22,0 ^{xx}	20,3 ^{xx}	13,0	11,3	1,7
	2	48	260,5 ±5,5						
	3	50	273,5 ±5,8						
	4	42	271,8 ±6,2						
2	1	70	261,2 ±4,7	8,9	22,1 ^{xx}	19,2 ^x	13,2	10,3	2,9
	2	48	270,1 ±5,8						
	3	50	283,3 ±6,0						
	4	42	280,4 ±6,3						
3	1	70	263,4 ±4,5	9,1	20,9 ^{xx}	19,1 ^x	11,8	10,0	1,8
	2	48	272,5 ±5,7						
	3	50	284,3 ±5,8						
	4	42	282,5 ±6,1						

^x – $p>0,95$; ^{xx} – $p>0,99$.

Из отраженных в таблице 6 данных видно, что в первую лактацию наибольшее количество молочного белка было произведено коровами третьей группы, у которых этот показатель был выше, чем у сверстниц первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 22,0 ($p>0,99$), 13,0 ($p<0,95$) и 1,7 кг ($p<0,95$). Количество молочного белка, произведенного коровами четвертой группы, было больше, чем количество молочного белка, произведенного сверстницами первой и второй группы, соответственно, на 20,3 ($p>0,99$) и 11,3 кг ($p<0,95$).

Во вторую лактацию наибольший выход молочного белка был у коров третьей группы – 283,3 кг, что выше, чем у коров первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 22,1 ($p>0,99$), 13,2 ($p<0,95$) и 2,9 кг ($p<0,95$). У коров четвертой группы выход молочного белка был выше, чем у коров первой и второй групп, соответственно, на 19,2 ($p>0,95$) и 10,3 кг ($p<0,95$).

В третью лактацию у коров третьей группы выход молочного белка составил 284,3 кг, что больше, чем у животных первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 20,9 ($p>0,99$), 11,8 ($p<0,95$) и 1,8 кг ($p<0,95$). Выход молочного белка у коров четвертой группы был выше, чем у коров первой и второй групп, соответственно, на 19,1 ($p>0,95$) и 10,0 кг ($p<0,95$).

В первую, вторую и третью лактации наибольший выход молочного белка был у коров третьей группы, полученных в результате внутрилинейного подбора животных из линии Вис Айдиал, наименьший выход молочного белка – у животных первой группы, полученных на основе кросса линий Вис Айдиал (матери) и Рефлекшн Соверинг (отец).

В таблице 6 приводятся данные по живой массе коров опытных групп в первую, вторую и третью лактации.

Отраженные в таблице 7 данные показывают, что в первую лактацию самыми тяжеловесными были животные третьей группы, у которых этот показатель оказался выше, чем у сверстниц первой, второй и четвертой группы, соответственно, на 26,5 (p>0,999),

19,6 (p>0,999) и 0,9 кг (p<0,95). У коров из четвертой группы средняя живая масса составляла 583,5 кг, что выше, чем у сверстниц первой и второй группы, соответственно, на 25,6 (p>0,999) и 18,7 кг (p>0,99).

Таблица 7. Живая масса коров разных опытных групп, кг
Table 7. Live weight of cows of different experimental groups, kg

Лак- тация	Группа	n	$\bar{X} \pm m_x^-$	Разница между группами					
				1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
1	1	70	557,9 ±3,3	6,9	26,5 ^{xxx}	25,6 ^{xxx}	19,6 ^{xxx}	18,7 ^{xx}	0,9
	2	48	564,8 ±4,1						
	3	50	584,4 ±4,3						
	4	42	583,5 ±4,5						
2	1	70	573,5 ±3,5	10,6	28,8 ^{xxx}	18,3 ^{xx}	18,2 ^{xx}	7,7	10,5
	2	48	584,1 ±4,0						
	3	50	602,3 ±4,5						
	4	42	591,8 ±4,8						
3	1	70	618,2 ±3,7	7,7	23,5 ^{xxx}	24,9 ^{xxx}	15,8 ^x	17,2 ^x	1,4
	2	48	625,9 ±4,5						
	3	50	641,7 ±4,4						
	4	42	643,1 ±5,0						

^x – p>0,95; ^{xx} – p>0,99; ^{xxx} – p>0,999.

Во вторую лактацию наибольшей живой массой характеризовались коровы третьей группы, превосходство которых над сверстницами первой, второй и четвертой групп, составило, соответственно, 28,8 (p>0,999), 18,2 (p>0,99) и 10,5 кг (p<0,95). Средняя живая масса коров четвертой группы достигала 591,8 кг, что выше, чем у животных первой и второй групп, соответственно, на 18,3 (p>0,99) и 7,7 кг (p<0,95).

В третью лактацию самыми тяжеловесными были коровы четвертой группы, у которых этот показатель был больше, чем у сверстниц первой, второй и третьей групп, соответственно, на 24,9 (p>0,999), 17,2 (p>0,95) и 1,4 кг (p<0,95). У коров третьей группы средняя живая масса была выше, чем у сверстниц первой и второй групп, соответственно, на 23,5 (p>0,999) и 15,8 кг (p>0,95).

В первую, вторую и третью лактации наименьшей средней живой массой характеризовались коровы первой группы, полученные в результате кросса линий Вис Айдиал (матери) и Рефлекшн Соверинг (отец).

Самыми тяжеловесными в первую и вторую лактации были коровы из третьей группы, полученные на основе внутрилинейного подбора животных из линии Вис Айдиал, в третью лактацию – коровы из четвертой группы, полученные в результате внутрилинейного подбора животных из линии Рефлекшн Соверинг.

В таблице 8 отражены показатели индекса молочности коров сравниваемых опытных групп в первую, вторую и третью лактации.

Приведенные в таблице 7 данные показывают, что в первую лактацию наибольшим индексом молочности характеризовались коровы третьей группы, у которых этот показатель был выше, чем у животных первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 49,6 (p>0,95), 2,8 (p<0,95) и 20,3 кг (p<0,95). Индекс молочности у коров второй группы был выше, чем у сверстниц первой и четвертой групп, соответственно, на 46,8 (p<0,95) и 17,5 кг (p<0,95).

Во вторую лактацию самый большой индекс молочности был у коров четвертой груп-

пы, превосходивших по этому показателю коров первой, второй, третьей групп, соответственно, на 39,0 ($p < 0,95$), 8,0 ($p < 0,95$) и 6,1 кг ($p < 0,95$). Превосходство коров третьей группы над сверстницами первой и второй групп по величине индекса молочности составило, соответственно, 32,9 ($p < 0,95$) и 1,9 кг ($p < 0,95$).

В третью лактацию наибольшим индексом молочности отличались коровы третьей группы, у которых этот показатель был выше, чем у животных первой, второй и четвертой групп, соответственно, на 44,7

($p > 0,95$), 6,8 ($p < 0,95$) и 20,3 кг ($p < 0,95$). У коров второй группы величина индекса молочности была выше, чем у сверстниц первой и четвертой групп, соответственно, на 37,9 ($p < 0,95$) и 13,5 кг ($p < 0,95$).

В первую, вторую и третью лактации наименьшим индексом молочности характеризовались коровы первой группы. Наибольшим индексом молочности в первую и третью лактации отличались коровы третьей группы, во вторую лактацию – коровы четвертой группы.

Таблица 8. Индекс молочности коров разных опытных групп, кг
Table 8. Dairy index of cows of different experimental groups, kg

Лактация	Группа	n	$\bar{X} \pm m_x$	Разница между группами					
				1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
1	1	70	1426,6±17,1	46,8	49,6 ^x	29,3	2,8	17,5	20,3
	2	48	1473,4±21,2						
	3	50	1476±17,5						
	4	42	1455,9±15,8						
2	1	70	1432,3±16,7	31,0	32,9	39,0	1,9	8,0	6,1
	2	48	1463,3±18,9						
	3	50	1465,2±15,6						
	4	42	1471,3±16,3						
3	1	70	1344,1±16,0	37,9	44,7 ^x	24,4	6,8	13,5	20,3
	2	48	1382,0±17,8						
	3	50	1388,8±13,3						
	4	42	1368,5±13,5						

^x – $p > 0,95$.

На основе анализа результатов проведенных исследований были сформулированы следующие **выводы**:

1. Наибольшим удоем за лактацию, выходом молочного жира и молочного белка характеризовались коровы третьей группы, полученные в результате внутрилинейного подбора животных из линии Вис Айдиал 933122, у которых превосходство над коровами других опытных групп составило, соответственно, 132-668 кг; 1,5-26,4 кг; 1,7-22,0 кг.

2. Самыми тяжеловесными оказались коровы из третьей группы, превосходившие по средней живой массе сверстниц других групп на 0,9-25,6 кг.

3. Лучшим индексом молочности обладали коровы из третьей групп, превосходство которых над сверстницами других групп составило 2,8-49,6 кг.

Таким образом, для повышения молочной продуктивности коров стада ООО «Агро-Союз» необходимо использовать внутрилинейный подбор животных из линии Вис Айдиал 933122.

Список литературы

1. Кузякина Л. И. Влияние инбридинга на хозяйственные признаки в молочном скотоводстве // Вестник Вятской ГСХА. 2021. № 2(8). С. 6.
2. Горелик О. В., Юрченко Н. А., Харлап С. Ю. Эффективность производства молока коровами в зависимости от уровня инбридинга // Вестник биотехнологии. 2020. № 1(22). С. 8.
3. Горелик О. В., Юрченко Н. А., Лиходеевская О. Е. Влияние инбридинга на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции. Барнаул, 2020. С. 126–128.
4. Свяженина М. А. Влияние инбридинга на продуктивные качества скота голштинской породы // Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине: материалы Международной научно-практической конференции. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. С. 46–50.
5. Недашковский И. С. и др. Оценка влияния уровня инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинизированной популяции черно-пестрой породы // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 7. С. 17–22.
6. Любимов А. И., Юдин В. М., Никитин К. П. Влияние различных типов инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров черно-пестрой породы // Аграрный вестник Урала. 2016. № 05(147). С. 56–59.
7. Юдин В. М., Любимов А. И. Совершенствование продуктивных качеств черно-пестрого скота с использованием инбридинга // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 163–168.
8. Любимов А. И., Юдин В. М. Эффективность применения инбридинга в процессе совершенствования черно-пестрой породы крупного рогатого скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 66–69.
9. Дунин И. М., Труфанов В. Г., Новиков Д. В. Использование инбридинга в молочном скотоводстве // Зоотехния. 2012. № 9. С. 2–3.
10. Шендаков А. И., Самусенко Л. Д. Результаты инбридинга в молочном скотоводстве // Молодые ученые – агропромышленному комплексу Поволжья. 2010. С. 353–357.
11. Басонов О. А., Петров Д. В., Ковалева А. А. Продуктивные показатели и воспроизводительная способность коров-первотелок при разных сочетаниях подбора // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 11(193). С. 61–67.
12. Роженцов А. Л. Влияние кровности и линейной принадлежности на показатели молочной продуктивности коров // Вестник Новосибирского ГАУ. 2020. № 2. С. 97–105.
13. Гончарова Л. Н. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность голштинизированных коров черно-пестрой породы в зависимости от линейного происхождения // Вестник Алтайского ГАУ. 2017. № 7. С. 92–93.
14. Серяков И. С., Подскребкин Н. В., Скобелев В. В. и др. Молочная продуктивность коров-первотелок в зависимости от генеалогической структуры в СПК «Плещицы» // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2016. № 4. С. 241–247.
15. Фураева Н. С., Зверева Е. А., Воробьева С. С. Генеалогическая структура маточного поголовья популяции молочного скота Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2015. № 2(30). С. 68–73.
16. Зиновьева Н. А. Связь генетической гетерогенности с изменчивостью показателей молочной продуктивности коров различных генеалогических линий // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 1. С. 12–13.
17. Игнатов А. В. Племенные и продуктивные качества коров-первотелок разных линий голштинской породы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград. 2009. 19 с.
18. Игнатов А. В., Коханов М. А. Влияние линейной принадлежности на молочную продуктивность коров-первотелок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2009. № 3(15). С. 73–77.
19. Коханов М. А., Игнатов А. В. Молочная продуктивность коров разных линий // Аграрный вестник Урала. 2009. № 9. С. 94–95.
20. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 256 с.

References

1. Kuzyakina L.I. Influence of inbreeding on economic characteristics in dairy cattle breeding. *Vestnik Vyatskoj GSKhA* [Bulletin of the Vyatka State Agricultural Academy]. 2021;2(8):6. (In Russ.)
2. Gorelik O.V., Yurchenko N.A., Harlap S.Yu. Efficiency of milk production by cows depending on the level of inbreeding. *Vestnik biotekhnologii* [Bulletin of Biotechnology]. 2020;1(22):8. (In Russ.)
3. Gorelik O.V., Yurchenko N.A., Likhodeevskaya O.E. The influence of inbreeding on the milk productivity of black-and-white cows. *Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyajstvu* [Agrarian science – agriculture]: sbornik materialov XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Barnaul, 2020. P. 126–128. (In Russ.)
4. Svyazhenina M.A. The influence of inbreeding on the productive qualities of Holstein cattle. *Sovremnyye napravleniya razvitiya nauki v zhivotnovodstve i veterinarnoj medicine* [Modern trends in the development of science in animal husbandry and veterinary medicine]: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tyumen': Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ya, 2019. P. 46–50. (In Russ.)
5. Nedashkovskij I.S. [et al.]. Evaluation of inbreeding effect for milk production and fertility traits black-and-white cattle improved by holstein breed. *Dairy and meat cattle breeding*. 2018;(7);17–22. (In Russ.)
6. Lyubimov A.I., Yudin V.M., Nikitin K.P. Effect of different types of inbreeding on dairy products efficiency and reproductive qualities of cows of black-motley breed. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2016;05(147):56–59. (In Russ.)
7. Yudin V.M., Lyubimov A.I. Black-and-white cattle productivity growing by means of inbreeding. *Bulletin Samara state agricultural academy*. 2015;(1):163–168. (In Russ.)
8. Lyubimov A.I., Yudin V.M. Effectiveness of inbreeding for black-motley breed of cattle improving. *Bulletin Samara state agricultural academy*. 2014;(1):66–69. (In Russ.)
9. Dunin I.M., Trufanov V.G., Novikov D.V. Inbreeding in dairy cattle-breeding. *Zootekhnika*. 2012;(9):2–3. (In Russ.)
10. Shendakov A.I., Samusenko L.D. Results of inbreeding in dairy cattle breeding. *Molodye uchenye – agropromyshlennomu kompleksu Povolzh'ya* [Young scientists – agro-industrial complex of the Volga region]. 2010:353–357. (In Russ.)
11. Basonov O.A., Petrov D.V., Kovaleva A.A. The production indices and reproductive ability of first-calf heifers with different selection combinations. *Bulletin of Altai state agricultural university*. 2020;11(193):61–67. (In Russ.)
12. Rozhentsov A.L. Effect of blood and lineage on milk productivity of cows. *Vestnik NGAU*. 2020;(2):97–105. (In Russ.)
13. Goncharova L.N. Milk production and reproductive ability of holsteinized black-pied cows depending on. *Bulletin of Altai state agricultural university*. 2017;(7):92–93. (In Russ.)
14. Seryakov I.S., Podskrebkin N.V., Skobelev V.V. [et al.] Dairy productivity of first-calf cows depending on the genealogical structure in the SEC "Pleshchitsy". *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva* [Actual problems of intensive development of animal husbandry]. 2016;(4):241–247. (In Russ.)
15. Furaeva N.S., Zvereva E.A., Vorob'eva S.S. Genealogical structure of breeding livestock of population of a dairy cattle of Yaroslavl region. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*. 2015;2(30):68–73. (In Russ.)
16. Zinov'eva N.A. Relationship of genetic heterogeneity with the milk productive traits' variation in cows of different genealogical lines. *Dairy and meat cattle breeding*. 2013;(1):12–13. (In Russ.)
17. Ignatov A.V. Breeding and productive qualities of first-calf cows of different lines of the Holstein breed: *avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* [dis. ... kand. Agricultural Sciences]. Volgograd. 2009. 19 p. (In Russ.)
18. Ignatov A.V., Kokhanov M.A. The influence of linear belongibg on milk productivity of first-calf cows. *Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2009;3(15):73–77. (In Russ.)
19. Kokhanov M.A., Ignatov A.V. Dairy efficiency of cows of different lines. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2009;(9):94–95. (In Russ.)
20. Plokhinskij N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* [Guide to biometrics for animal technicians]. Moscow: Kolos, 1969. 256 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Абдулхаликов Рустам Заурбиевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354, Researcher ID: ABG-2284-2021

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

Айсанов Заурбек Магометович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7672-6909, Author ID: 255979, Scopus ID: 57212190248, Researcher ID: AAB-9728-2020

Тлейншева Мадина Гамовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8132-9790, Author ID: 425125, Scopus ID: 57212198660, Researcher ID: AAB-9714-2020

Хасанова Заира Сафарбиевна – магистрант 2 года очной формы обучения, направление подготовки 36.04.02 Зоотехния, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Rustam Z. Abdulkhalikov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354, Researcher ID: ABG-2284-2021

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

Zaurbek M. Aisanov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Animal Science and veterinary and sanitary expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7672-6909, Author ID: 255979, Scopus ID: 57212190248, Researcher ID: AAB-9728-2020

Madina G. Tleynsheva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8132-9790, Author ID: 425125, Scopus ID: 57212198660, Researcher ID: AAB-9714-2020

Zaira S. Khasanova – Master's student of the second year oh full-time study, the direction of training 36.04.02 Zootechny, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 22.08.2022;
одобрена после рецензирования 07.09.2022;
принята к публикации 09.09.2022.*

*The article was submitted 22.08.2022;
approved after reviewing 07.09.2022;
accepted for publication 09.09.2022.*

Научная статья
УДК 636.2:636.087.7
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-58-65

Экономическая эффективность использования высокой энергии роста бычков

Рустам Заурбиевич Абдулхаликов^{✉1}, Мухамед Музачирович Шахмурзов²,
Тимур Газретович Тарчоков³, Анатолий Фоадович Шевхужев⁴

^{1,2,3}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

⁴Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр, Ставропольский край, Шпаковский
район, г. Михайловск, Россия, 356241

^{✉1}rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

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

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

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по сравнительной оценке роста, развития и мясной продуктивности бычков и кастратов калмыцкой и симментальской пород при одинаковых условиях кормления и содержания и выявлены пути повышения рентабельности производства говядины за счет использования физиологического состояния молодняка. Подопытный молодняк получал по объему одинаковое количество кормов и состав рациона был один и тот же. В результате проведенных исследований установлено, что живая масса бычков обеих пород при интенсивном их выращивании превышала массу кастратов во все возрастные периоды. После отъема не было существенной разницы в живой массе бычков калмыцкой и симментальской пород, которые имели живую массу соответственно 255,6 и 253,9 кг, а к 15,5-месячному возрасту многие бычки обеих пород достигали от 500 до 520 кг. Кастраты обеих пород росли менее интенсивно. Однако в заключительном периоде откорма они дали высокий среднесуточный прирост (более килограмма). Кастраты калмыцкой породы были менее требовательны к грубым кормам и лучше их использовали. По показателям контрольного убоя можно отметить, что масса туш бычков обеих пород одинакова, а кастраты такую массу туши имели лишь в 18-месячном возрасте. При этом масса туши кастратов симментальской породы была на 7,6 кг ниже массы туши калмыцких кастратов. Бычки и кастраты обеих пород дали исключительно высокий убойный выход. При этом животные калмыцкой породы за счет большого накопления внутреннего сала имеют более высокий убойный выход. Анализ данных эффективности производства говядины при реализации одной головы бычков в 15-16-месячном возрасте по сравнению с кастратами показывает, что уровень рентабельности в расчете на реализованную голову больше по обеим породам на 1,8 и 4,3% соответственно. Таким образом, в связи с особенностями гормонального статуса бычки по сравнению с кастратами имеют повышенную способность к росту, синтезу белка и пониженную к образованию жира. Однако кастратов можно выращивать также экстенсивно и более продолжительно в менее благоприятных условиях и получать говядину высокого качества, бычков же – только интенсивно и ограниченный срок (до 16-18 месяцев).

Ключевые слова: крупный рогатый скот, порода, бычки, кастраты, прирост, средняя живая масса, рентабельность

Для цитирования. Абдулхаликов Р. З., Шахмурзов М. М., Тарчоков Т. Т., Шевхужев А. Ф. Экономическая эффективность использования высокой энергии роста бычков // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 58–65. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-58-65

Original article

Economic efficiency of using high energy of bulls' growth

Rustam Z. Abdulkhalikov^{✉1}, Mukhamed M. Shakhmurzov²,

Timur T. Tarchokov³, Anatoly F. Shevkhuzhev⁴

^{1,2,3}Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

⁴North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Stavropol Territory, Shpakovsky District, Mikhailovsk, Russia, 356241

^{✉1}rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

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

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

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

Abstract. The article presents the results of research on the comparative assessment of the growth, development and meat productivity of calves and castrates of Kalmyk and Simmental breeds under the same conditions of feeding and maintenance and identification of ways to increase the profitability of beef production by using the physiological state of young animals. The experimental young animals received the same amount of feed by volume and the composition of the diet was the same. As a result of the conducted studies, it was found that the live weight of bulls of both breeds with their intensive cultivation exceeded the mass of castrates in all age periods. After weaning, there was no significant difference in the live weight of calves of the Kalmyk and Simmental breeds, which had a live weight of 255.6 and 253.9 kg, respectively, and by the age of 15.5 months, many bulls of both breeds reached from 500 to 520 kg. Castrates of both breeds grew less intensively. However, in the final period of fattening, they gave a high average daily increase (more than a kilogram). The Kalmyk castrati were less demanding of coarse feeds and used them better. According to the indicators of the control slaughter, it can be noted that the mass of carcasses of bulls of both breeds is the same, and castrates had such a mass of carcasses only at the age of 18 months. At the same time, the carcass mass of castrates of the Simmental breed was 7.6 kg lower than the carcass mass of Kalmyk castrates. Bulls and castrates of both breeds gave an exceptionally high slaughter yield. At the same time, animals of the Kalmyk breed have a higher slaughter yield due to the large accumulation of internal fat. An analysis of the data on the efficiency of beef production when selling one head of bulls at 15-16 months of age compared with castrates shows that the level of profitability per sold head is higher for both breeds by 1.8 and 4.3%, respectively. Thus, due to the peculiarities of the hormonal status of bulls, compared with castrates, they have an increased ability to grow, protein synthesis and reduced fat formation. However, castrates can also be grown extensively and for a longer time in less favorable conditions and receive high-quality beef, steers – only intensively and for a limited period (up to 16-18 months).

Keywords: cattle, breed, bulls, castrates, growth, average live weight, profitability

For citation. Abdulkhalikov R.Z., Shakhmurzov M.M., Tarchokov T.T., Shevkhuzhev A.F. Economic efficiency of using high energy of bulls' growth. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):58–65. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-58-65

Введение. Важнейшей проблемой на современном этапе развития сельскохозяйственного производства, стоящей перед агропромышленным комплексом Российской Федерации, является обеспечение продовольственной безопасности страны, в первую очередь, населения высококачественными продуктами питания, в частности, го-

вядиной, как одним из главных источников белка [1–3].

По состоянию на 2021 год потребление говядины в расчете на душу населения остается фактически на одном и том же уровне – около 14 кг – при рекомендуемой рациональной норме 20 кг. В последние годы изменилась структура производства мяса. Средне-

суточные приросты на выращивании, откорме и нагуле остаются низкими – 658 г, средняя живая масса скота, реализованного на убой, составляла всего лишь 438 кг. В перспективе развитие мясного скотоводства является одним из стратегических направлений по увеличению отечественного производства высококачественной говядины [4].

В связи с этим в современных условиях развития молочного и мясного скотоводства основной производственной задачей и, соответственно, актуальной для зоотехнической науки и практики является поиск резервов увеличения производства говядины и улучшения ее качества на основе использования физиологического состояния молодняка [5].

С точки зрения увеличения производства мяса и улучшения его качества большое значение имеет физиологическое состояние животных [6]. Анализ физиологических процессов, связанных с продуктивностью животных, в настоящее время уделяется большое внимание. По мнению М. Б. Ребезова и Н. Н. Максимюк, «Особенность физиологии животных заключается в том, что они рассматриваются как биотехнологические системы, «живые фабрики» для производства нужных человеку продуктов. Поэтому животные выступают не только в качестве объектов исследования физиологических процессов, но и как компоненты производства пищевых и других продуктов, как средство производства и предмет потребления...» [7].

Например, у бычков и кастратов их рост, развитие, мясная продуктивность и оплата корма неодинаковы.

Цель исследования. Целью исследования явилась сравнительная оценка роста, развития и мясной продуктивности бычков и кастратов калмыцкой и симментальской пород при одинаковых условиях кормления и содержания, а также выявление путей повышения рентабельности производства говядины за счет использования физиологического состояния молодняка.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование по изучению роста, развития и мясной продуктивности бычков и кастратов калмыцкой и симментальской пород при интенсивном выращивании проводилось на базе СПК ПЗ «Заря-1» Карачаево-Черкесской Республики.

До 8-месячного возраста бычки и кастраты содержались на подсосе на пастбище. После отъема их содержали в изгороди для скота – загоне без крыши, устроенном вблизи пастбищ. Зимой животных загоняли на ночь в приспособленные помещения легкого типа. Летом следующего года бычки получали корм в загоне, а кастраты паслись на пастбище.

Результаты исследования. Расход кормов при выращивании бычков от 8 до 15,5-месячного возраста калмыцкой породы составил 1661,9 корм. ед., симментальской – 1707,9 корм. ед. При выращивании кастратов от 8 до 18 месяцев было израсходовано соответственно 2102 и 2015,8 корм. ед. На 1 корм. ед. приходилось 112,2-117,6 г переваримого протеина. Следовательно, животные обеих пород получали практически равное количество кормов. Одинаков был и состав рационов. Зимой он состоял из сена, соломы и комбикормов, летом – из сена, зеленых кормов и комбикормов. Одним из основных показателей роста животных следует считать их живую массу (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что живая масса бычков обеих пород при интенсивном их выращивании превышала массу кастратов во все возрастные периоды. Существенной разницы в живой массе бычков разных пород нет. Некоторое отставание в росте калмыцких бычков в 8-месячном возрасте объясняется несколько меньшей молочностью их матерей. На подсосе бычки нормально росли и развивались и в возрасте 8 месяцев имели живую массу на уровне первого класса.

После отъема валовой прирост у калмыцких бычков составил 255,6 кг, у симментальских – 253,9 кг; среднесуточный прирост соответственно 1102 и 1094 г. Многие бычки как той, так и другой породы к 15,5-месячному возрасту имели живую массу 500-520 кг и среднесуточные приросты 1300-1332 г.

Кастраты росли менее интенсивно, но в заключительный период откорма дали высокий среднесуточный прирост – более килограмма. Наиболее высокую живую массу и среднесуточные приросты имели кастраты калмыцкой породы. Они менее требовательны к кормам, лучше использовали грубые корма и пастбище.

Благодаря хорошо развитому волосяному покрову и относительно большому накоплению жира калмыцкий скот лучше переносит зимовку.

О мясной продуктивности бычков и кастратов можно судить по результатам убоя (табл. 2).

Таблица 1. Сравнительная живая масса бычков и кастратов, кг
Table 1. Comparative live weight of bulls and castrates, kg

Возраст, месяцы	Породы			
	калмыцкая		симментальская	
	М	lim	М	lim
Бычки				
8,0	196,0	190-208	201,7	195-208
12,0	306,0	276-338	315,9	293-337
15,5	451,6	369-517	455,6	372-520
Кастраты				
8,0	180,3	152-206	182,5	158-208
12,0	266,7	233-303	256,2	218-300
15,5	373,7	345-420	355,6	309-406
18,0	452,8	420-509	438,4	390-493

Таблица 2. Результаты контрольного убоя молодняка
Table 2. Results of control slaughter of young animals

Показатели	Калмыцкая порода		Симментальская порода	
	бычки	кастраты	бычки	кастраты
Возраст, месяцы	15,5	18,0	15,5	18,0
Средняя сдаточная живая масса, кг	442,0	439,0	442,0	425,0
Предубойная живая масса, кг	427,3	429,0	429,6	418,0
Масса парной туши, кг	243,6	244,5	245,8	236,9
Масса внутреннего сала, кг	21,9	31,4	19,7	28,7
Убойная масса, кг	265,5	275,9	265,5	265,6
Убойный выход, %	62,1	64,3	61,8	63,5
Выход туши, %	57,0	57,0	57,2	56,7
Выход внутреннего сала, %	5,1	7,3	4,6	6,9

Данные таблицы 2 показывают, что масса туш бычков обеих пород одинакова. Кастраты такую массу туши имели лишь в 18-месячном возрасте. Причем масса туши кастратов симментальской породы была на 7,6 кг ниже массы туши калмыцких кастратов.

Важно отметить, что бычки и кастраты обеих пород имели исключительно высокий убойный выход, который намного превысил требования, установленные ГОСТом для молодняка крупного рогатого скота высшей упитанности. При этом животные калмыцкой породы за счет большого накопления внутреннего сала имеют более высокий убойный выход.

Для полной характеристики мясных качеств животного важно знать морфологический состав туши (табл. 3).

Как видно из таблицы 3, бычки и кастраты обеих пород дают исключительно высокий выход съедобной части туши. По этому показателю они выгодно отличаются даже от лучших специализированных импортных мясных пород. При этом бычки независимо от породы имели более желательный морфологический состав туши, чем кастраты. Они в большей мере соответствовали современным требованиям покупателя на менее жирную говядину.

У калмыцких бычков на килограмм костей туши получено 5,6 кг мяса-мякоти, у симментальских – 5,3 кг, или на 5,7% меньше. По химическому составу и калорийности мясо животных рассматриваемых пород одинаково.

Таблица 3. Результаты обвалки туши, %
Table 3. Results of carcass deboning, %

Части туши	Калмыцкая порода		Симментальская порода	
	бычки	кастраты	бычки	кастраты
Мясо-мякоть	77,10	72,59	73,94	72,85
Сало	6,52	10,68	8,87	9,62
Кости	14,93	14,88	15,71	15,40
Сухожилия и хрящи	1,45	1,85	1,48	2,13
Съедобная часть	83,62	83,27	82,81	82,47

Полученные данные показывают, что в связи с особенностями гормонального статуса бычки по сравнению с кастратами имеют повышенную способность к росту, синтезу белка и пониженную к образованию жира. На мясо их необходимо выращивать до 14-16-месячного возраста и до получения живой массы не менее 450 кг. До этого возраста половые гормоны не оказывают существенного влияния на качество мяса. В более старшем возрасте качество мяса, особенно его вкусовые достоинства, у бычков хуже, чем у кастратов [8].

При расчете эффективности производства говядины учитывали все затраты по производству. В мясном скотоводстве она характеризуется системой показателей, а именно себестоимостью, ценой реализации, уровнем оплаты труда, прибылью и рентабельностью [9, 10]. В исследованиях были проанализированы данные эффективности производства говядины по себестоимости выращивания и выручке от реализации в расчете на 1 голову.

Выращивание бычков по сравнению с кастратами экономически выгоднее для хозяйства (табл. 4).

Таблица 4. Экономическая эффективность интенсивного выращивания молодняка
Table 4. Economic efficiency of intensive rearing of young animals

Показатели	Калмыцкая порода		Симментальская порода	
	бычки	кастраты	бычки	кастраты
Затрачено кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	6,50	7,71	6,72	7,89
Себестоимость 1 ц прироста за период опыта, руб.	13206	12815	13723	13434
Затраты на выращивание одного животного, руб.	30645	31121	34183	33972
Выручка от реализации одного животного, руб.	47942	48119	48375	46624
Прибыль, руб.	17297	16998	14192	12652
Рентабельность, %	56,4	54,6	41,5	37,2

Таким образом, при интенсивном выращивании бычки по мясной продуктивности, скороспелости, оплате корма и экономическим показателям значительно превосходят кастратов.

По живой массе бычки превосходят кастратов на 8-15%; оплата корма у них значительно выше. На килограмм прироста бычков расходуется корма на 10-15% меньше.

Полученные данные говорят о том, что использование бычков для ускоренного вы-

ращивания на мясо в зонах интенсивного животноводства является дополнительным резервом увеличения производства говядины.

Однако кастрацию сельскохозяйственных животных широко применяют в зоотехнической практике. Прекращение функций половых желез вызывает весьма глубокие изменения в эндокринной системе и, следовательно, в обмене веществ. При этом более интенсивно идет жиросложение и меняется характер формообразовательного процесса.

У кастратов снижается общий темп роста организма.

Выводы. Исследования, проведенные в СПК ПЗ «Заря-1», показали, что беспривязное круглогодичное стойловое содержание одновозрастных бычков группами по 60-70 голов и интенсивное их кормление обеспечивают получение высокой живой массы (550-610 кг) в 18-месячном возрасте. Мясо молодых бычков по показателю рН (5,4-5,8) и влагоемкости (50-80%) соответствовало высокому качеству и было пригодно не только к употреблению в свежем виде, но и для длительного хранения. При интенсивном выращивании бычки в 15-16-месячном возрасте по сравнению с кастратами имеют живую массу на 50-100 кг выше и уровень рентабельности в расчете на реализованную голову больше по обеим породам на 1,8 и 4,3% соответственно. Бычков подбирают в группы с учетом возраста и массы. В менее благоприятных условиях кормления и содержания экономически выгоднее выращивать кастратов. Их можно откармливать более продолжительное время.

Следовательно, вопрос о выращивании бычков или кастратов в каждом конкретном случае должен решаться в зависимости от

состояния кормовой базы, условий содержания и других факторов. При этом учитывают также спрос потребителя и запросы мясоперерабатывающей промышленности. Например, для изготовления колбас твердого копчения требуется мясо бычков, а для потребления говядины в натуральном виде – мясо кастратов и бычков в возрасте до года.

Кастрация широко применяется в хозяйствах степных, полупустынных и горных зон, располагающих большим количеством пастбищ, имеющих возможность проводить нагул скота. В этих условиях выращивание на мясо кастратов с точки зрения организации самого нагула и использования естественных пастбищ эффективнее [11].

Кастраты по сравнению с бычками спокойнее и в течение длительного летнего периода дают более высокие среднесуточные приросты. К концу откорма живая масса у них выше, чем у бычков. Кастратов можно выращивать также экстенсивно и более продолжительно (до двух лет) и получать говядину высокого качества, бычков же – только интенсивно и ограниченный срок (до 16-18 месяцев). В более старшем возрасте качество мяса у бычков ухудшается [12].

Список литературы

1. Дунин И. М., Тяпугин С. Е., Мещеров Р. К. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 2–7.
2. Шичкин Г. И., Лебедев С. В., Костюк Р. В. Мясной скот: проекты и риски // Информационный бюллетень Министерства сельского хозяйства Российской Федерации 2021. № 6. С. 14–17.
3. Шахмурзов М. И., Гетоков О. О. Современные проблемы и перспективы развития мясного скотоводства // Международная научно-практическая конференция «Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия». Нальчик. КБГАУ. 14-15 октября 2021 г. С. 194–197.
4. Шичкин Г. И., Лебедев С. В., Костюк Р. В., Шичкин Д. Г. Производство говядины: состояние и перспективы // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 8. С. 2–5.
5. Шевхужев А. Ф., Дубровин А. И., Улимбашев М. Б., Улимбашева Р. А. Гематологический статус и воспроизводительная способность яков и крупного рогатого скота в высокогорьях Северного Кавказа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1(57). С. 64–66.
6. Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А., Сайтова Ф. Н. Влияние технологии содержания на химический состав мышечной ткани бычков швицкой породы // Материалы VI региональной научно-практической конференции «Региональные пути решения социально-экономических и научно-технических проблем региона». Ч. I. Черкесск. 2006. С. 17–18.
7. Ребезов М. Б., Максимюк Н. Н. Физиологические основы продуктивности животных (монография) // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 8-2. С. 250–250.
8. 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. № 3(48). С. 64–71.

9. Горелик О. В., Горелик В. С., Ребезов Я. М. Эффективность производства говядины // Молодой ученый. 2017. № 9(143). С. 55–59.
10. Левантин Д. Л., Шевхужев А. Ф., Теков М. Э. Эффективность скрещивания породы браман в условиях Северного Кавказа // Молочное и мясное скотоводство. 1997. № 3. С. 10–13.
11. Андросова А. Н., Забашта Н. Н., Головки Е. Н., Синельщикова И. А. Продуктивность, качество и безопасность говядины для детского питания от бычков и кастратов калмыцкой породы // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2020. Т. 9. № 2. С. 20–24.
12. Кобцев М. Ф. Какой уровень и тип кормления бычков-кастратов выгоднее // Животноводство России. 2011. № 9. С. 53–57.

References

1. Dunin I.M., Tyapugin S.E., Meshcherov R.K. The state of beef cattle breeding in the Russian Federation: realities and prospects. *Dairy and beef cattle breeding*. 2020;(2):2–7. (In Russ.)
2. Shichkin G.I., Lebedev S.V., Kostyuk R.V. Myasnoj skot: proekty i riski [Beef cattle: projects and risks]. *Informacionnyj byulleten' Ministerstva sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii*. 2021;(6):14–17. (In Russ.)
3. Shakhmurzov M.I., Getokov O.O. Modern problems and prospects of development of beef cattle breeding. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Nauka, obrazovanie i biznes: novyj vzglyad ili strategiya integracionnogo vzaimodejstviya»* [International scientific and practical conference "Science, Education and business: a new perspective or strategy of integration interaction"]: Nalchik. KBGAU. October 14-15, 2021:194–197. (In Russ.)
4. Shichkin G.I., Lebedev S.V., Kostyuk R.V., Shichkin D.G. Beef production: state and prospects. *Dairy and beef cattle breeding*. 2021;(8):2–5. (In Russ.)
5. Shevkuzhev A.F., Dubrovin A.I., Ulimbashv M.B., Ulimbashva R.A. Hematological status and reproductive capacity of yaks and cattle in the highlands of the North Caucasus. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2016;1(57):64–66. (In Russ.)
6. Shevkuzhev A.F., Pogodaev V.A., Saitova F.N. The effect of maintenance technology on the chemical composition of the muscle tissue of bulls of the Swiss breed. *Materialy VI regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii «Regional'nye puti resheniya social'no-ekonomicheskikh i nauchno-tekhnicheskikh problem regiona»* [Materials of the VI regional scientific-practical conference "Regional ways of solving socio-economic and scientific-technical problems of the region"] ch.I. Cherkessk. 2006. Pp. 17–18. (In Russ.)
7. Rebezov M.B., Maksimyuk N.N. Physiological bases of animal productivity: monograph. *International Journal of Experimental Education*. 2015;(8-2):250–250. (In Russ.)
8. Kayumov F.G., Shevkuzhev 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*. 2017;3(48):64–71. (In Russ.)
9. Gorelik O.V., Gorelik V.S., Rebezov Ya. M. Efficiency of beef production. *Young Scientist*. 2017; 9(143):55–59. (In Russ.)
10. Levantine D.L., Shevkuzhev A.F., Tekov M.E. The effectiveness of crossing the Braman breed in the conditions of the North Caucasus. *Dairy and beef cattle breeding*. 1997;(3):10–13. (In Russ.)
11. Androsova A. N., Zabashta N.N., Golovko E.N., Sinelshchikova I.A. Productivity, quality and safety of beef for baby food from bulls and castrates of the Kalmyk breed. *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootehnii i veterinarii* [Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine]. 2020;9(2):20–24. (In Russ.)
12. Kobtsev M.F. What level and type of feeding of castrated bulls is more profitable. *Animal Husbandry of Russia*. 2011;(9):53–57. (In Russ.)

Сведения об авторах

Абдулхаликов Рустам Заурбиевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 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 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, Researcher ID: AAB-9723-2020

Шевхужев Анатолий Фоадович – 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 – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 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-код: 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-код: 1004-4991, Author ID: 678919

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 13.07.2022;
одобрена после рецензирования 05.08.2022;
принята к публикации 08.08.2022.*

*The article was submitted 13.07.2022;
approved after reviewing 05.08.2022;
accepted for publication 08.08.2022.*

Научная статья

УДК 636.271:636.082.12

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-66-78

Изменение встречаемости аллелей EAB-локуса групп крови у скота холмогорской породы вследствие голштинизации

Александр Евгеньевич Калашников^{✉1,2}, Владимир Леонтьевич Ялуга²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, ул. Ленина, 13, п. Лесные поляны, Пушкинский район, Московская область, Россия, 141212

²Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения РАН, Набережная Северной Двины, 23, Архангельск, Россия, 163069

^{✉1,2}aekalashnikov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1600-7357>

²yaluga29@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0215-9715>

Аннотация. Целью исследований является анализ аллелофонда и изменений по EAB-локусу групп крови скота холмогорской породы при использовании голштинизированных холмогорских быков. Тестирование проводилось методом иммунологического тестирования по реакции агглютинации. Выбор локуса неслучаен, т.к. он в настоящее время наиболее информативен по перечню аллелей. Отмечается сохранение преобладания аллелей холмогорской породы ($A_2'O'$, $E_3'G'G''$) при нарастании частоты встречаемости ($G_2Y_2E_1'Q'$) и появление новых аллелей, характерных для голштинской породы ($O_1A'_2J'_2K'O'$, $B_2Q'G'G''$, $E'_3G'Q'$, B_1O_2B' , $O_4Y_2A_2'$, $O_4D'E_3'F_2'G'O'G''$). За последние 5 лет индекс генетического сходства между стадами холмогорского скота в Республике Коми увеличился в 2 раза. Выявлено, что в популяцию Республики Коми привнесены новые аллели голштинской породы, но при этом сохраняется часть аллелей холмогорского скота, исходно полученные из маточного поголовья. Группы таких аллелей переносятся между поколениями животных и свидетельствуют о сохранении структуры генома исходной маточной породы в условиях интенсивной селекции. В том числе аллели переносятся при использовании чистопородных, а также голштинизированных быков-производителей печорского типа породы. Генофонд аборигенной холмогорской породы уникален и требует дальнейшего изучения. Группы антигенов формируют уникальную генетическую структуру стад, которая может служить для идентификации животных по родству, а также породной принадлежности, как это аналогично осуществляется по микросателлитным локусам и SNP-маркерам (стандарт ISAG). Проводилось тестирование как быков-производителей в количестве >30 голов, так и их маточного поголовья в течение более 5 лет (>5925 коров племенных стад). Группы антигенов позволяют оценить изменение генетической структуры популяции холмогорской породы и других пород крупного рогатого скота во временных срезах и получить информацию для действий селекционера при акцентировании внимания на конкретных генетических признаках и их генетической изменчивости, селекционных признаках и оценить инбридинг (антигенное сходство), а не только определять родство животных.

Ключевые слова: генетика животных, идентификация, селекция, породы, холмогорский, голштинский, крупный рогатый скот, принадлежность, аллелофонд

Для цитирования. Калашников А. Е., Ялуга В. Л. Изменение встречаемости аллелей EAB-локуса групп крови у скота холмогорской породы вследствие голштинизации // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 66–78. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-66-78

Original article

Hanges in the occurrence of alleles of the EAB-locus of blood groups in cattle of the kholmogorsky breed due to holsteinization

Alexander E. Kalashnikov^{✉1,2}, Vladimir L. Yaluga²

¹All Russian Research Institute of Animal Breeding, Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 13 Lenin street, Lesnye Polyany settlement, Pushkinsky district, Moscow region, Russia, 141212

²Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 23 Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, Russia, 163069

^{✉1,2}aekalashnikov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1600-7357>

²yaluga29@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0215-9715>

Abstract. The aim of the research was to analyze the allele pool and its changes in the EAB locus of blood groups of cattle of the Kholmogory breed using absorption crosses with bulls of the Holstein breed. The study was carried out by the method of immunological testing according to the agglutination reaction. The choice of locus is not accidental, because it is currently the most informative in terms of the nomenclature of alleles. The predominance of alleles of the Kholmogory breed (A₂'O', E₃'G'G'') is noted with an increase in the frequency of occurrence (G₂Y₂E₁'Q') and the appearance of new alleles specific of the Holstein breed (O₁A'₂J'₂K'O', B₂Q'G'G'', E'₃G'Q', B₁O₂B', O₄Y₂A₂', O₄D'E₃'F₂'G'O'G''). Over the past 5 years, the index of genetic similarity between herds of Kholmogory cattle in the Komi Republic has twofold. It was revealed that in the population of Komi Republic introduced new alleles of the Holstein breed, but at the same time, part of the alleles of Kholmogory cattle, originally obtained from the breeding reserve, are conserved. Such alleles are transferred between generations of animals and may indicate the preservation of the genome structure of the original mother breed under conditions of intensive selection. As well as alleles are transmitted when using purebred, as well as Holsteinized sires of the Pechora type of breed. The gene pool of the native Kholmogory breed is unique and requires further study. Groups of antigens form a unique genetic structure of herds, which can serve to identify animals by relationship, as well as breed affiliation, as it is similarly made by microsatellite loci and SNP markers (ISAG standard). Testing was carried out as sires in the amount of >30 heads, and their breeding reserve for more than 5 years (>5925 cows of breeding herds). Groups of antigens make it possible to evaluate the change in the genetic structure of the population of the Kholmogory breed and other breeds of cattle in time slices and obtain information about the breeder's actions when focusing on specific genetic traits and their genetic variability, breeding traits and evaluate inbreeding (antigenic similarity), and not only to determine the relationship of animals.

Keywords: animal genetics, identification, selection, breeds, Kholmogory, Holstein, cattle, pedigree, allele pool

For citation. Kalashnikov A.E., Yaluga V.L. Hanges in the occurrence of alleles of the EAB-locus of blood groups in cattle of the kholmogorsky breed due to holsteinization. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):66–78. (In Russ.).

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-66-78

Введение. В последнее время ситуация с неблагоприятными условиями разведения скота оказывает негативное влияние не только на продуктивные качества и объемы производства продукции, но и на устойчивость животных к производственной окружающей среде. Генетический потенциал сельскохо-

зяйственных животных реализуется при взаимодействии организма и его генома с окружающей средой целой, а не половинной долей генетической информации, унаследованной от одного из родителей (считается – быка-производителя), вследствие чего крайне необходимо изучать генетическую струк-

туру популяции не только применяемых быков, но и маточного поголовья недорогими и в достаточной степени массовыми, информативными методами. Подбор животных по устойчивости к заболеваниям и продуктивности, с использованием только лишь фенотипических данных и формированием фенотипических индексов не всегда информативен, т. к. фенотип не всегда соответствует генотипу, а процессы комбинаторики генов при оплодотворении могут создавать весьма неудачные комбинации даже у выдающихся по своим качествам родителей.

Именно изучение генетической структуры и функций генома, при одновременном регрессном многофакторном анализе фенотипа, с вычлениением из него генетической наследственности при помощи BLUE-методов (BLUP – частный случай линейных регрессных моделей, широко распространенный в химической и металлургической промышленности, анализе военных и экономических данных и в животноводстве), позволит решить вопрос с улучшением адаптационных и производственных качеств животных при их специальном индивидуальном подборе. Для реализации селекционных целей является особенно важным изучение генетической структуры стад, в том числе с помощью антигенных факторов или аллелей групп крови. Изучение структуры позволяет оценить инбридинг, генетическое сходство животных на индивидуальном уровне.

Изменчивость генов групп крови является частью общего генофонда, а созданная в процессе эволюции система интеграции генетического материала позволяет судить о структуре и характере других комплексов генов, в том числе через их сцепление, в т.ч. определяющих устойчивость животных к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Холмогорская порода скота занимает 3-е место по численности животных в России (отчетность ВНИИплем до 2019 г.) [1]. У животных холмогорской породы крепкая конституция, гармоничное телосложение и высокий уровень иммунного статуса, поэтому они обладают высокими акклиматизационными и адаптационными качествами, достаточно высокой молочной продуктивностью и отличным качеством молока. В последнее

время заказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации ориентирован на увеличение молочной продуктивности, и для сравнения взята голштинская порода, которая является более высокопродуктивной, но имеет меньший срок продуктивного долголетия. Чистопородные животные холмогорской породы перестали удовлетворять заказчика племенного материала в сравнении с породами США и в условиях интенсивной технологии получения молока, но у них выше фертильность матерей, длительность продуктивного использования и качество молока по жирности и белковомолочности [2].

В Республике Коми работа по интенсификации молочной продуктивности началась позднее, применяются не самые современные методы селекции и, конечно же, порода отстает по показателям в сравнении с молочными породами США, но выигрывает по качеству молока и здоровью животных [3]. Сейчас происходит интенсивное полное поглощение чистопородного холмогорского скота голштинской породой.

Тем не менее в Коми в племенных хозяйствах использовалось более 30-ти быков-производителей с различной долей кровности и более 50-ти холмогорских быков. Предпринятыми мерами численность к 2021 году чистопородных производителей выросла более чем на 80 голов (новая отчетность 2021-2022 гг.), а количество использованных голштинизированных быков снизилось и стало менее 20 голов.

Материалы и методы исследования. Генетическая идентификация крупного рогатого скота проведена методом иммунологического анализа по рекомендациям МСХ РФ [4]. Идентификация была необходима для введения официально утвержденных и отвечающих современным требованиям единых генетических сертификатов для племенных животных, а также позволила эффективно провести анализ генетической структуры стад. Достоверность идентификации животных проводится разными методами, по микросателлитным локусам и SNP [5], а также по аллелям локусов групп крови. Возможно использование генотипов животных по группам крови 10-ти генетических систем, но наиболее информативной является панель локуса EAB, которую использовали в данном имму-

нологическом анализе. В настоящее время в системе ЕАВ рассчитано количество генотипов и их возможные комбинации [4].

Иммунологический анализ цельной крови животных проводился в лаборатории иммуногенетики ФГБНУ ВНИИплем МСХ РФ (части экосистемы iДНК-ПЛЕМстат) по моноспецифическим сывороткам с целью выявить эритроцитарные антигены и аллели 9-ти локусов групп крови, информативная часть данных была использована в настоящем анализе.

По данным иммунологического анализа рассчитан коэффициент идентичности генотипов по группам крови, данные по информативности указываются в типовой форме генетического паспорта [6]. Коэффициенты и генетические параметры популяции скота и селекционных групп рассчитаны по общепринятым методикам [7].

В контексте оценки гетерозиготности и гомозиготности аллелей *A* и *B* предполагалась дисперсия:

$$D_{A/B} = \frac{D}{2}(1+r),$$

где:

r – коэффициент корреляции средовых факторов.

В случае описания ферментативных реакций, или реакции взаимодействия рецепторов иммунной системы, при скрещивании популяций *x* и *y*, выраженных через их соответствующие дисперсии D_x и D_y , получались гибридные группы $1/2x$ и $1/2y$, что соответствовало значению $(x+y)/2$. Если популяции различались генетически и потомство предполагалось гетерозиготным, то значение признака у него могло быть выше или равно среднему у родителей (гибридная сила):

$$z = k \frac{x+y}{2}.$$

Тогда паратипическая изменчивость у потомков поколения *z* оценивалась как:

$$D_z = k^2 \frac{1}{4}(D_x + D_y + 2r\sqrt{D_x D_y}).$$

Если принять, что $D_x = D_y = D$, тогда:

$$D_z = k^2 \frac{1}{2}D(1+r),$$

а при отсутствии гибридной силы:

$$D_z = \frac{1}{2}D(1+r).$$

Антигенное сходство животных рассчитано следующим образом:

$$r_a = \frac{S}{n_1 + n_2 - S},$$

где:

r_a – индекс антигенного сходства животных,

n_1 и n_2 – число выявленных антигенов у сравниваемых животных,

S – число одинаковых антигенов у сравниваемых животных.

Например, если генотип «БЫК X»: $A_1/-G''/A'O' C_1ER_2 F/V -/- -/- M/- S_1H'/- Z/-$, а телка «Телка X»: $-/- E'G'G''/- X_2 F/F -/- L/- -/- H'/- -/-$, тогда у быка выявлено 13 антигенных факторов, у телки 7 (в генотипе F/F нужно считать лишь один фактор). Одноименных факторов оказалось 3 (G'' , F , H'). Получаем:

$$r_a = 3/(13 + 7 - 3) = 3/17 = 0,176.$$

Уровень индивидуальной гетерозиготности в широкой практике считается обычно только по генотипу ЕАВ-локуса групп крови, в остальных локусах фиксируют выявленные генотипы. При определении достоверности происхождения устанавливают все генотипы и структуру локуса. В приведенном примере сомнение может вызвать ЕАС-локус у того и другого животного. Однако установлено, что фенотип группы C_1E быка унаследовал от отца, а фактор R_2 от матери. Следовательно, его генотип по ЕАС-локусу будет C_1E/R_2 . Таким образом установлено, что генотип ЕАС-локуса телки будет X_2/X_2 , т.е. он гомозиготен. Можно подсчитать, что у быка из 9 исследованных локусов гетерозиготными являются 7, а у телки – 3. Уровень индивидуальной гетерозиготности у быка составит: $7/9 \cdot 100\% = 77,8\%$, а у телки $3/9 \cdot 100\% = 33,3\%$.

Эффективность оценки степени родства при прогнозе племенной ценности быков методом геномной оценки позволила также актуализировать данные использования в разведении крупного рогатого скота быков-производителей ($n > 30$) и их дочерей ($n > 5925$) (если не указано иначе), прошедших ЕАВ-идентификацию. Это дало возможность прогнозировать ожидаемую продуктивность потомства в стадах, оптимизи-

ровать генетическую структуру стада, сохранить необходимую генетическую изменчивость в условиях глобализации рынка генетических ресурсов. В исследовании задавался 95% уровень достоверности и связи оценки с удоем матерей быков ($r=0,44$, $p<0,05$) [8].

Результаты и обсуждение. В настоящей работе уделено внимание именно изменению аллелофонда при контролируемой межпородной гибридизации черно-пестрого крупного рогатого скота, но при этом остается за кадром важный вопрос применения в практической селекции полиморфных систем по группам крови, микросателлитам и SNP [9]. Проводятся поиски новых универсальных подходов геномной селекции при использовании панелей маркеров для оценки количественных признаков (признаков, поддающихся инструментальному количественному измерению и статистической оценке QTL), картированию генома (генетические чипы Illumina SNP 54K, HD, разработки Affimetrix (Termo Fisher, США), а также создания сложных систем фенотипа и генома одновременно в регрессионных моделях и при помощи математических методов сетевой биологии [10].

В последних работах по наследованию признаков аборигенных пород показано:

1) полиморфные признаки имеют очевидное приспособительное значение, причем в процессе эволюции они оказались связанными с интеграцией в сложные полигенные системы наследования;

2) во многих случаях признаки поддерживаются в сбалансированной форме наследования за счет адаптивного преимущества гетерозигот;

3) степень полиморфности является мерой генетического разнообразия, она отражает запас экологической пластичности популяций, поскольку повышенная гетерозиготность увеличивает комбинаторные возможности генома животных в процессе наследования [11].

При этом уже в XXI веке причина преимущества гетерозиготного генотипа над гомозиготным не выяснена, и случаи моногенного (одно-локусного) или маркерного (QTL) наследования в нее не укладываются [12].

При пороодообразовании гетерозис может проявляться в двух видах: гибридной силы (когда среднее значение проявления селекционного признака у гибридных потомков превышает среднее значение у родителей) и генетический гомеостаз (когда уровень изменчивости по QTL у потомков оказывается ниже или равным у родителей). В последнее время влияние среды рассматривается как «шумы», мешающие оценке генетической ценности животных, тогда как в иммунной системе они не препятствуют передаче информации в процессе морфогенеза, а влияют на снижение жизнеспособности организмов, интенсивности их роста и развития, т. к. средовая компонента изменчивости в фенотипической селекции не учитывается [13–15].

В данном ключе сведения о селективном преимуществе гетерозигот и гипотез, объясняющих возникновение гетерозиса, являются абстрактными и их сложно использовать в практической селекции. Однако генетический полиморфизм и оценка уровня гетерозиготности крупного рогатого скота аборигенных пород значительно приближает реальную действительность в генетической оценке популяций и поддается прогнозу. Это основывается на том, что все локусы иммунной системы локализованы в разных соматических хромосомах, а блочная организация генома делает их маркерами в генных ассоциациях, исследующихся в поколениях как единое целое [16]. В связи с этим показатель среднего уровня гетерозиготности по исследуемым группам крови (как части общей иммунной системы скота) может служить универсальным параметром, позволяющим оценивать генетическую структуру стад или отдельных особей, определять степень ее приспособленности к неблагоприятным условиям производственной среды. Однако наличие данных по уровню гетерозиготности с отдельными фенотипическими признаками коррелирует в большинстве случаев недостаточно достоверно, и эти данные могут применяться лишь в общем отборе животных [17].

В исследуемых хозяйствах использовался линейный подбор, межлинейные кроссы и скрещивание. Подразумевается, что линейный подбор является по сути гомогенным, а другие разновидности гетерогенными. Подобные допущения, широко применяющиеся

в отечественной селекции в России при работе с аборигенными породами, можно было 30-40 лет назад считать оправданными, но не в настоящее время [18]. Резкое сокращение численности используемых и закрепленных за стадами производителей, односторонний отбор по отдельным селекционным признакам, недостаточная точность фенотипической оценки без применения методов BLUE, недостатки первичного и племенного учета создали в молочных стадах холмогорской породы такую генетическую ситуацию, при которой межлинейная генетическая дифференциация оказалась практически полностью утраченной, а степень генетического сходства производителей в маточном поголовье приблизилась к 1 [19]. В результате разводимые заводские линии холмогорской породы превратились в чисто формальные структурные подразделения как внутри, так и по аналогии между другими породами в России, а производители потеряли возможность оказывать улучшающее влияние на стада. Как ошибочное решение было предложено заменить отечественных быков голштинскими, но при этом не меняя саму систему селекции. Для осуществления последнего генетического сходства производителей с маточным поголовьем должно быть при сложившихся условиях среды на уровне 0,6-0,7. Фактически, оно почти повсеместно приближается к 1. Одновременно исчезли различия в сути линейного подбора и кроссов, активно пропагандируется межпородный гетерозис с улучшающей породой (естественно, приводящий к кратковременному улучшению продуктивных качеств), который, безусловно, коммерчески выгоден фирмам-производителям, РИСЦ, компаниям-импортерам генетического материала в ЕС и США [20]. При отсутствии генетической дифференциации между животными разных линий какой-либо эффект от внутривидовых кроссов холмогорских быков может проявиться только случайно.

Полученные данные позволяют предположить, что в сложившейся ситуации для повышения продуктивности, оплодотворяемости маточного поголовья и улучшения адаптационных качеств животных к неблагоприятным условиям производственной среды целесообразно практиковать не закреп-

пление быков, а индивидуальный подбор пар с использованием иммунологических параметров, что было изучено путем проведения крупномасштабного скрининга [21]. На протяжении последних 20 лет в Республике Коми проводился индивидуальный гетерогенный подбор животных, что дало возможность увеличить гетерозис, по сравнению с традиционным групповым подбором, на >80%, а по сравнению с групповым гетерогенным – на >35%. Это позволило в настоящее время в указанных хозяйствах значительно улучшить оплодотворяемость маточного поголовья по сравнению с голштинским скотом, также содержащимся в тех же условиях кормления и содержания (индекс осеменения 1,6 против 3,6 (опытные группы n=250-350). Наиболее полная и детальная оценка эффективности проводилась в племенных заводах «Изваильский 97» («И97») и «Ухта 97» («У97») Республики Коми. Здесь выход телят для холмогорского скота на 100 коров превышал 90±5, при индексе осеменения 1,4-1,6±0,1. Среднесуточный привес молодняка превышал 577±50 г, средний случной возраст 19 мес. при живой массе при осеменении более 360±7 кг (p=0,05, n=400-500).

В ходе анализа среднее число гетерозиготных локусов составляло 2,7-4,5 с уровнем гетерозиготности у потомков 30,5-68,0%. Достоверность ЕАВ-идентификации в стадах составляла 85-98%, ошибки первичного учета в дальнейшей работе были полностью исправлены.

При изучении гомозиготности в разведении холмогорского скота выявлено, что сущность инбридинга в современном генетическом понимании этого явления на примере оценки инбредных быков по качеству потомства показало, что близкий инбридинг не дает преимуществ дочерям быка, если исходить из того, что современные технологии позволяют гарантировать получение быков-улучшателей и исключить негативные влияния инбридинга на рентабельное разведение молочного скота [22].

Мониторинг негативных последствий инбридинга в разведении молочного скота позволяет обобщить международный опыт по использованию геномных технологий в холмогорской породе, изучению влияния инбридинга на параметры продуктивности ско-

та, обоснования путей управления инбридингом с целью исключения его негативного влияния на рентабельность разведения животных. В результате анализа выявлено, что эффективное разведение холмогорской породы невозможно без дополнения традиционных представлений новыми инструментами мониторинга селекционных процессов и выяснения влияния степени инбридинга на производство [23].

Генетическое маркирование и гарантия прогресса изменения генетической ценности популяции при разведении холмогорской породы характеризуется широким использованием новых совершенных технологий в отрасли, а также в ускорении темпов совершенствования скота, поэтому возрастает роль использования маркированных при помощи генетических чипов 54К по геному аборигенных холмогорских и голштинских быков-производителей. На ведущих племенных предприятиях Республики Коми непрерывно растет численность оцененных по геному молодых быков. Например, сегодня численность оцененных по геному быков-производителей в центральном регионе, в ООО «Московское» по племенной работе изучено изменение численности быков-производителей, происходящих в основном из Германии, США, Канады и Голландии, выросла с 35,5% до 49,0% [24].

Генетическое маркирование иммунной системы в геноме холмогорской породы только начинается [3], и в основном достоверность происхождения племенного скота в настоящее время по прежнему определяется по группам крови, а новых голштинизированных быков по микросателлитным профилям, но без получения карт по генетическим чипам 54К. В настоящей работе обобщены результаты новых исследований за последние 7 лет, включая генетический мониторинг разведения скота, с акцентом на непрерывное улучшение продуктивности и качества холмогорской породы. В качестве задачи на ближайшие годы предлагается создание комплексной программы для получения и автоматической обработки генетических параметров и ускорения их выдачи в производство [25].

Под группами крови в иммунологическом анализе принято считать описание индивидуальных антигенных характеристик эритроцитов [26]. В настоящей работе изучено влияние голштинизации холмогорской породы по частоте встречаемости аллелей EAB-локуса. Аллелофонд проанализирован в трех племенных хозяйствах Республики Коми – племенных заводов «Пригородный» («П»), «Ухта-97» («У97») и «Извайльский-97» («И97»). Можно отметить, что молочная продуктивность выросла в среднем на 2000 кг, содержание жира в молоке увеличилось на 0,36%, а белка сократилось на 0,07% (рис. 1 и 2).

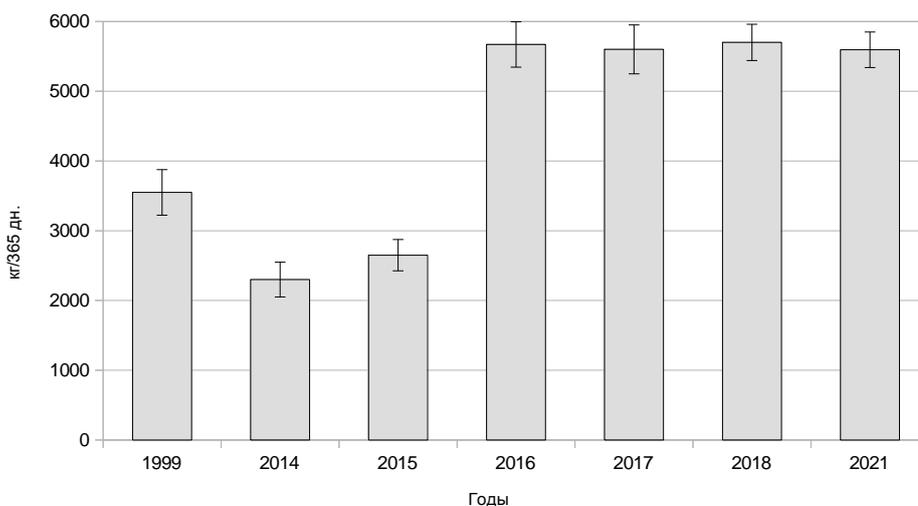


Рисунок 1. Динамика средних значений молочной продуктивности коров.

На рисунке указан удой за период в среднем по бонитировке

Figure 1. Dynamics of average values of milk productivity of cows.

The figure shows milk yield for the period on average according to selection

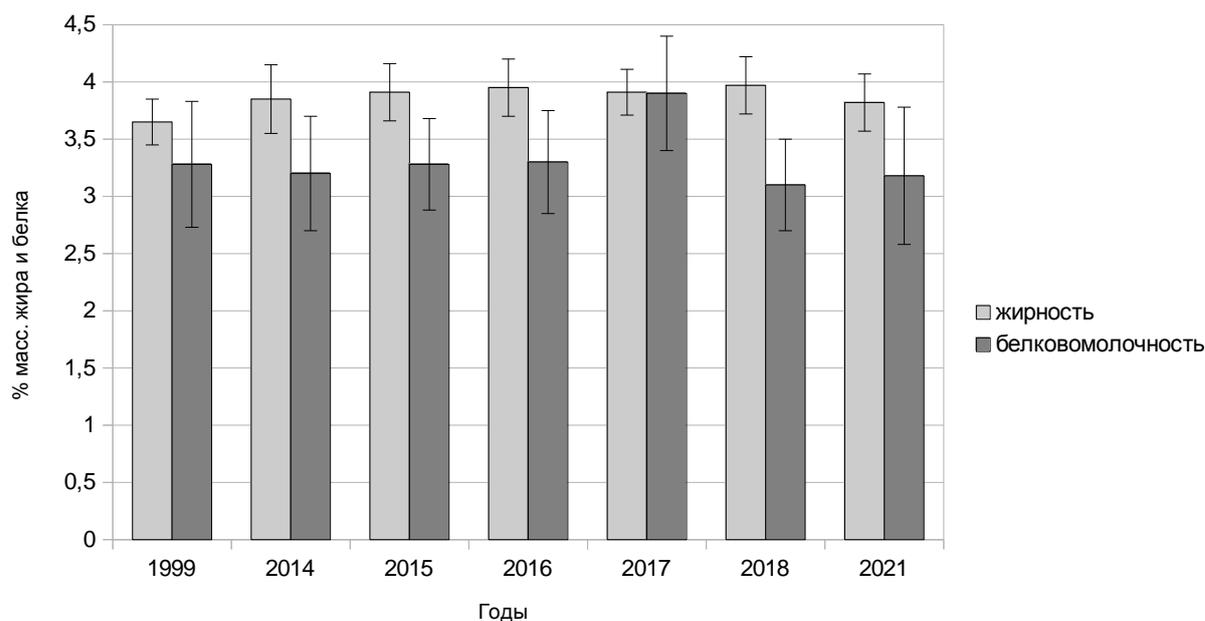


Рисунок 2. Динамика качества молока по содержанию жира и белка коров. На рисунке указаны параметры за период в среднем по бонитировке
Figure 2. Dynamics of milk quality in terms of fat and protein content of cows. The figure shows the parameters for the period on average for selection

В настоящее время динамики не наблюдается из-за перестройки системы селекционного процесса в сторону снижения кровности по голштинской породе и недостаточной эффективности внедрения современных методов геномной оценки (рис. 3) [3, 9]. Распростра-

ненность аллелей, их анализ на протяжении 20-30 лет и по данным предыдущих собственных исследований приведен в таблице 1.

Различия в генетическом сходстве по антигенным локусам и их анализ указаны в таблице 2 и на рисунке 4.

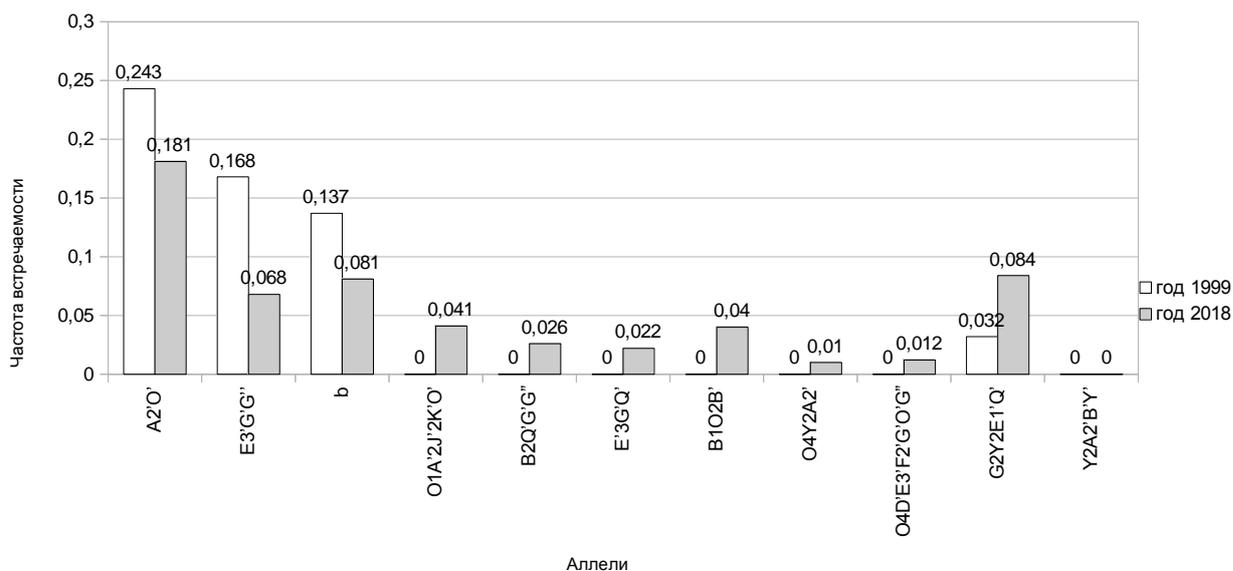


Рисунок 3. Изменчивость частотных характеристик холмогорской породы. На диаграмме указаны данные с разницей приблизительно в 9 поколений животных
Figure 3. Variability of the frequency characteristics of the Kholmogory rock. The diagram shows data with a difference of nearly 9 generations of animals

Таблица 1. Распространенность аллелей локуса EAB в холмогорской породе в Республике Коми
Table 1. The prevalence of EAB locus alleles in the Kholmogory breed in the Komi Republic

Аллель	Порода	Частота и изменения	Заключение
$A_2'O'$	холмогорская	уменьшается >1,3 раза*	распространены
$E_3'G'G''$ b	холмогорская	>в 2,5 и 1,7 раза* [27]	распространены
$Y_2A_2'B'Y$	холмогорская	отсутствует	отсутствует
$O_1A'2J_2K'O', B_2Q'G'G'',$ $E'3G'Q', B_1O_2B', O_4Y_2A_2',$ $O_4D'E_3'F_2'G'O'G''$	голштинская	>2,6 раза* (привнесение новых аллелей от голштинской породы в популяцию)	вновь обнаружен
$G_2Y_2E_1'Q'$	голштинская	частота выросла	коровы, носители аллеля $G_2Y_2E_1'Q'$ имели более короткий срок хозяйственного использования [7]

* $P \leq 0,001$

Таблица 2. Индекс антигенного сходства в холмогорской породе (маточное поголовье)
Table 2. Index of antigenic similarity in the Kholmogory breed (breeding stock)

Хозяйство	Порода	Значение	Заклучение
Внутри стад И97, У97, П	Холмогорская 1980-2018 г.	был $0,856 \pm 0,050$	снизился с 10,2% до 8,1%
Между стад И97, У97, П	Холмогорская 2014-2019 г.	диапазон $0,322-0,334$	существовали значимые различия [6, 8]
Между стад У97, П	Холмогорская 2018 г.	0,862	различия между стадами сократились
Между стад И97, У97 И97, П	Холмогорская 2018 г.	0,627	различия между стадами сократились
Между стад У97, П	Холмогорская 2018 г.	0,671	различия между стадами сократились

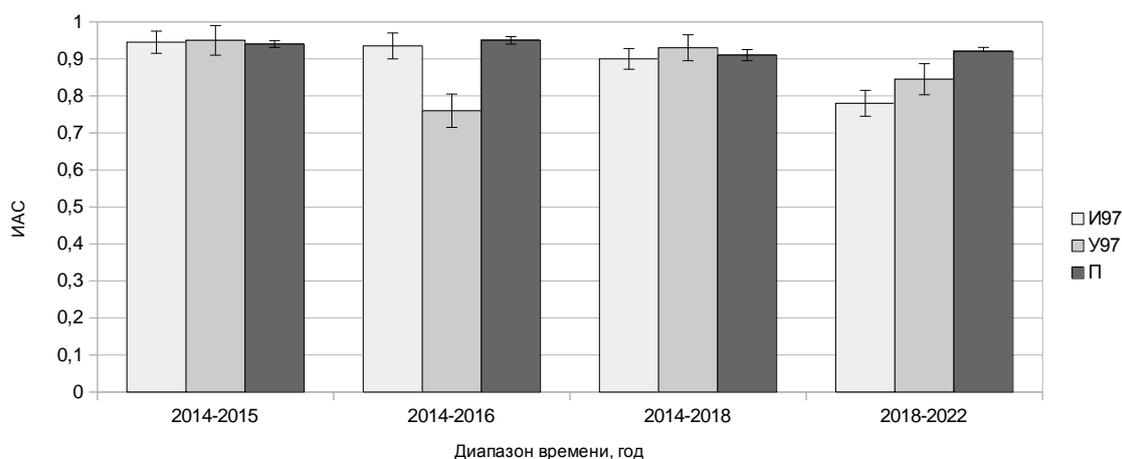


Рисунок 4. Изменение индекса антигенного сходства в стадах холмогорского скота.
На рисунке показаны усредненные значения по популяции в различные временные интервалы

Figure 4. Change in the index of antigenic similarity in the herds of Kholmogory cattle.

The figure shows the average values for the population at different time intervals

При анализе индекса генетического сходства в хозяйствах по годам выявлено, что в хозяйстве «П» за последние пять лет существенных изменений генетической структуры стада не наблюдалось, тогда как в других двух хозяйствах отмечались ежегодные достоверные сдвиги по частоте встречаемости аллелей (рис. 3). Следует отметить, что в исследуемых хозяйствах использовались примерно одни и те же быки тех же генетических линий, что и в настоящее время. Голштинизированных быков-производителей было примерно 29-36% от общего числа. При этом индекс сходства увеличивался и увеличивается по настоящее время.

Выводы. Потенциал голштинской породы в плане продуктивности и экстерьера высок и заманчиво использовать быков этой породы для улучшения производственных качеств холмогорской породы. Но получается, что вместе с этим новые животные теряют гармоничность конституции, и у них снижается иммунный статус, напрямую связанный с генетическим сходством стад. Обычно закрепляется небольшое количество

голштинизированных быков 1-го поколения, и за счет этого растет инбридинг.

Применение своих чистопородных быков решило бы эту проблему при разведении породы в себе, но необходимо совершенствовать продуктивные качества коров, используя более современные методы генетической оценки. В результате представленной работы выявлено, что использование голштинизированных быков при совершенствовании холмогорского скота привело к появлению в популяции новых аллелей, характерных для голштинского скота, однако животные этой породы пока сохраняют свою уникальную генетическую структуру, что подтверждается высокой частотой встречаемости маркерных аллелей.

Результаты проведенных исследований в лаборатории иммуногенетики (в рамках проектов экосистемы iДНК-ПЛЕМстат) подтверждают возможность и целесообразность использования групп крови для контроля селекционных процессов и сохранения оптимальной генетической структуры холмогорской породы.

Список литературы

1. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2018 год). Изд-во ВНИИплем, 2019. 254 с.
2. Кертиев Р. М. Программа разведения и совершенствования крупного рогатого скота холмогорской породы // Зоотехния. 2016. № 2. С. 14–15.
3. Матюков В. С. Методы современной селекции и сохранение генофонда молочного скота в Республике Коми. Сыктывкар: ГНУ НИИСХ Россельхозакадемии Республики Коми, 2012. 156 с.
4. Охапкин С. К. и др. Использование групп крови для индивидуального подбора крупного рогатого скота: методические рекомендации. 1996. С. 1–37.
5. Тяпугин С. Е. и др. Генетическая идентификация сельскохозяйственных и диких видов животных: методические рекомендации. ВНИИплем. 2021. 74 с.
6. Новиков А. А., Семак М. С., Хрунова А. И. Генетическая паспортизация сельскохозяйственных животных методом иммуногенетического анализа // Зоотехния. 2017. № 2. С. 2–5.
7. Кузьменко В. Я., Мусатова О. В. Популяционная биология: учебно-методический комплекс. Витебск: Витебский государственный университет им. П. М. Машерова. 2007. 101 с.
8. Новиков А. А., Хрунова А. И., Букаров Н. Г. Эффективность маркирования для прогноза племенной ценности быков методом геномной оценки и теста ЕАВ // Зоотехния. 2017. № 12. С. 2–6.
9. Немцева Е. Ю., Лаврентьев А. Ю. Использование иммуногенетического анализа в целях повышения молочной продуктивности коров // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4(11). С. 97–101.
10. Калашников А. Е., Калашников Л. А., Ялуга В. Л., Прожерин В. П. Постгеномная селекция крупного рогатого скота как необходимый этап развития успешной экономической модели в России // Главный зоотехник. 2019. № 5. С. 3–10.
11. Калашников А. Е., Гладырь Е. А., Новиков А. А. и др. Картирование генов врожденного иммунитета крупного рогатого скота отечественных пород для изучения основ формирования селекционно значимых признаков // Зоотехния. 2019. № 9. С. 2–4.

12. Мухтарова О. М., Кровикова А. Н. Проблемы генетики в связи с требованиями современного животноводства // *Инновационная наука*. 2021. № 4. С. 85–87.
13. Кирсанов В. В., Матвеев В. Ю., Тареева О. А. Влияние зоотехнических факторов на качество молока, получаемого на фермах // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова*. 2017. № 3(48). С. 32–40.
14. Сакса Е. И. Использование оценки геномной племенной ценности быков в селекции голштинского скота // *Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург. 29–30 мая 2019 года*. С. 52.
15. Харламов А. В., Панин В. А., Косилов В. И. Повышение эффективности геномной селекции молочного скота // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019. № 77. С. 256–259.
16. Калашников А. Е. [и др.] Геномная селекция как основа племенной работы // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 7(172). С. 163–170.
17. Дунин И. М., Тяпугин С. Е., Пржибыл Й. Оценка племенной ценности сельскохозяйственных животных и ее использование в селекционной практике: методическое пособие. Лесные Поляны: ВНИИплем. 2021. 73 с.
18. Патент 2163435 Российская Федерация, МПК А01К 67/02. Способ увеличения продуктивного долголетия коров холмогорской породы / А. И. Хрунова, Н. П. Богатноу, В. М. Захаров, С. К. Охупкин; заявитель и патентообладатель: ВНИИплем, 99117185/13; заявл. 05.08.1999; опубл. 27.02.2001.
19. Калашников А. Е. [и др.] Линейные модели как решение прогнозирования генетического потенциала животных и растений // *Вестник Ошского государственного университета*. 2020. № 2-2. С. 21–27.
20. Алтухов А. Продовольственная безопасность России в условиях зарубежных санкций // *АПК: Экономика, управление*. 2014. № 12. С. 12–29.
21. Прожерин В. П., Селькова И. В., Калашников А. Е. Генетическая изменчивость быков-производителей Архангельской популяции холмогорской породы крупного рогатого скота по поколениям // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева*. 2020. № 4(48). С. 47–54.
22. Дунин И. М. [и др.]. Племенная работа с холмогорской породой скота / П. Лесные поляны, Московская область: ВНИИплем. Вып. 31. 2017. 80 с.
23. Букаров Н. Г., Морозов И. М., Хрунова А. И. Геномное маркирование и гарантия прогресса в разведении крупного рогатого скота // *Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения: материалы Международной научно-практической конференции, пос. Быково, 19-20 июня 2018 года*. 2018. С. 59–66.
24. Букаров Н. Г., Морозов И. М., Хрунова А. И. Динамика изменения численности оцененных по геному быков-производителей ОАО «Московское» по племенной работе // *Селекция на современных популяциях отечественного молочного скота как основа импортозамещения животноводческой продукции: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Белгород, 05–08 июня 2018 года*. Белгород. 2018. С. 43–48.
25. Терентьева Н. А., Калашников А. Е. Несовершенство управления в системе селекционно-племенной работы // *Фундаментальные и прикладные исследования: естественные науки: Материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Уфа, 30 апреля 2021 года*. С. 180–185.
26. Черникова Е. М., Зайцева И. Е., Гавриченко Н. И. Генотипирование быков-производителей по локусу гена *Bola-DRB 3* // *Ученые записки учреждения образования Витебская орден Знак почета государственная академия ветеринарной медицины*. 2019. Т. 55. № 3. С. 162–167.

References

1. *Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v hozyajstvah Rossijskoj Federacii (2018 god)* [Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in the farms of the Russian Federation (2018)]. Izd-vo VNIplem, 2019. 254 p. (In Russ.)
2. Kertiev R.M. The program of breeding and improving cattle of the Kholmogory breed. *Zootekhnika*. 2016;(2):14–15. (In Russ.)
3. *Komi* [Methods of modern breeding and conservation of the gene pool of dairy cattle in the Komi Republic]. Syktyvkar: GNU NIISKH Rossel'hozakademii Respubliki Komi, 2012. 156 p. (In Russ.)

4. Ohapkin S.K. [et al.]. *Ispol'zovanie grupp krovi dlya individual'nogo podbora krupnogo rogatogo skota* [The use of blood groups for the individual selection of cattle]: *metodicheskie rekomendacii*. 1996. P. 1–37. (In Russ.)
5. Tyapugin S.E. [et al.] *Geneticheskaya identifikaciya sel'skohozyajstvennyh i dikih vidov zivotnyh. Metodicheskie rekomendacii*. [Genetic identification of agricultural and wild animal species. Guidelines.]. VNIIPlem. 2021. 74 p. (In Russ.)
6. Novikov A.A., Semak M.S., Khrunova A.I. Genetic certification of farm animals by immunogenetic analysis. *Zootechniya*. 2017;(2):2–5. (In Russ.)
7. Kuz'menko V.Ya., Musatova O.V. *Populyacionnaya biologiya: uchebno-metodicheskij kompleks* [Population biology: educational and methodological complex]. Vitebsk: Vitebskij gosudarstvennyj universitet im. P.M. Masherova. 2007. 101 p. (In Russ.)
8. Novikov A.A., Khrunova A.I., Bukarov N.G. Efficiency of genetic marking of the sires appraised on a genome and test EAB. *Zootechniya*. 2017;(12):2–6. (In Russ.)
9. Nemtseva E.Yu., Lavrentyev A.Yu. Use of an immunogenetic analysis to increase milk yield of cows. *Vestnik Chuvash State Agricultural Academy*. 2019;4(11):97–101. (In Russ.)
10. Kalashnikov A.E., Kalashnikova L.A., Yaluga V.L., Prozherin V.P. Post-genomic selection of cattle as a necessary stage in the development of successful economic model in Russia. *Glavnyi zootekhnik*. 2019;(5):3–10. (In Russ.)
11. Kalashnikov A.E., Gladyr E.A., Novikov A.A. [et al.]. Mapping of genes of innate immunity of cattle of native breeds is to study the principles of formation of selection and significant signs. *Zootechniya*. 2019;(9):2–4. (In Russ.)
12. Mukhtarova O.M., Krovikova A.N. *Problemy genetiki v svyazi s trebovaniyami sovremennogo zhivotnovodstva* [Problems of genetics in connection with the requirements of modern animal husbandry]. *Innovation science*. 2021;(4):85–87. (In Russ.)
13. Kirsanov V. [et al.] The influence of zootechnical factors on the quality of milk produced on farms. *Vestnik of Buryat state academy of agriculture named after V. Philippov*. 2017;3(48):32–40.
14. Saksa E.I. Using the assessment of the genomic breeding value of bulls in the selection of Holstein cattle. *Advances in genetics, breeding and reproduction of farm animals* [Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]: *materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Sankt-Peterburg. 29–30 may 2019. P. 52. (In Russ.)
15. Kharlamov A.V., Panin V.A., Kosilov V.V. Improving the effectiveness of genomic breeding of dairy cattle. *Izvestia Orelburg State Agrarian University*. 2019;(77):256–259. (In Russ.)
16. Kalashnikov A.E. [et al.]. Genomic selection as a basis of breeding (review). *The Bulletin of KrasGAU*. 2021;7(172):163–170. (In Russ.)
17. Dunin I.M., Tyapugin S.E., Przhibyl J. *Ocenka plemennoj cennosti sel'skohozyajstvennyh zivotnyh i ee ispol'zovanie v selekcionnoj praktike* [Evaluation of the breeding value of farm animals and its use in breeding practice]: *metodicheskoe posobie*. Lesnye Polyany: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut plemennogo dela, 2021. 73 p. (In Russ.)
18. Patent 2163435 Russian Federation, IPC A01K 67.02. A method for increasing the productive longevity of cows of the Kholmogory breed. A.I. Khrunova, N.P. Bogatnou, V.M. Zakharov, S.K. Okhapkin; applicant and patent holder All-Russian Research Institute of Breeding – 99117185.13; dec. 08.05.1999; publ. February 27, 2001. (In Russ.)
19. Kalashnikov A.E. Linear modeling as a solution for predicting the breed values of animals and plants. *Herald of Osh State University*. 2020;(2-2):21–27. (In Russ.)
20. Altukhov A. *Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii v usloviyakh zarubezhnykh sanktsiy* [Food security of Russia in the context of foreign sanctions]. *AIC: economics, management*. 2014;(12):12–29. (In Russ.)
21. Prozherin V.P., Selkova I.V., Kalashnikov A.E. Genetic variability of sire bulls in the Arkhangelsk population of the kholmogory breed when observed over generations. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2020;4(48):47–54. (In Russ.)
22. Dunin I.M. [et al.]. *Plemennaya rabota s holmogorskoj porodoj skota*. [Breeding work with the Kholmogory breed of cattle. Lesnye polyany, Moskovskaya oblast': VNIIPlem, 2017. Vyp. 31. 80 p. (In Russ.)
23. Bukarov N. G., Morozov I. M., Khrunova A. I. Genomic marking and guarantee of progress in cattle breeding. *Povyshenie konkurentosposobnosti zhivotnovodstva i zadachi kadrovogo obespecheniya* [Increasing the competitiveness of animal husbandry and staffing tasks]: *materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Pos. Bykovo, June 19–20, 2018. Pp. 59–66. (In Russ.)
24. Bukarov N.G., Morozov I.M., Khrunova A.I. Dynamics of changes in the number of sires estimated by the genome of JSC "Moskovskoye" for breeding work. *Selekciya na sovremennyh populyაციyah otechestvennogo molochnogo skota kak osnova importozameshcheniya zhivotnovodcheskoj produkcii* [Breeding on modern populations of domestic dairy cattle as the basis for import substitution of livestock products]: *mate-*

rialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Belgorod, June 05-08, 2018. 2018. Pp. 43–48. (In Russ.)

25. Terent'eva N.A., Terent'eva N.A., Kalashnikov A.E. Imperfection of management in the system of selection and breeding work. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: estestvennye nauki* [Fundamental and applied research: natural sciences]: *materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchennyh i studentov*, Ufa, April 30, 2021. Pp. 180–185. (In Russ.)

26. Chernikova E.M., Zaitseva I.E., Gavrichenko N.I. *Genotipirovanie bykov-proizvoditelej po lokusu gena Bola-DRB 3* [Genotyping of bulls-manufacturers by the locus of the Bola-DRB 3 gene]. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny*. 2019;55(3):162–167. (In Russ.)

Сведения об авторах

Калашников Александр Евгеньевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории иммуногенетики, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации; старший научный сотрудник лаборатории растениеводства, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова», SPIN-код: 2087-2029, AuthorID: 160570, Scopus ID: 13410341300, Researcher ID: C-7568-2014

Ялуга Владимир Леонтьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом животноводства, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени Н. П. Лаврова» Уральского отделения Российской академии наук, SPIN-код: 6958-0891, Author ID: 489262

Information about the author

Alexander E. Kalashnikov – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Immunogenetics, All-Russian Research Institute of Breeding of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Senior Researcher, Laboratory of Plant Growing, Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov, SPIN-code: 2087-2029, Author ID: 160570, Scopus ID: 13410341300, Research ID: C-7568-2014.

Vladimir L. Yaluga – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Animal Husbandry, Federal Research Center for Comprehensive Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, SPIN-code: 6958-0891, Author ID: 489262

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 07.07.2022;
одобрена после рецензирования 02.08.2022;
принята к публикации 05.08.2022.*

*The article was submitted 07.07.2022;
approved after reviewing 02.08.2022;
accepted for publication 05.08.2022*

Научная статья

УДК 636.2:611.731.36

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-79-87

Качественные показатели длиннейшей мышцы спины бычков разных генотипов

Владимир Иванович Косилов^{✉1}, Юсупжан Артыкович Юлдашбаев²,
Ильмира Агзамовна Рахимжанова³, Ольга Александровна Быкова⁴,
Татьяна Александровна Седых⁵

^{1,3}Оренбургский государственный аграрный университет, ул. Челюскинцев, 18, г. Оренбург,
Россия, 460014

²Российской государственной аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева,
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127434

⁴Уральский государственный аграрный университет, ул. Карла Либкнехта, 42, г. Екатеринбург,
Россия, 620075

⁵Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ул. Рихарда Зорге, 42,
Уфа, Россия, 450052

^{✉1}kosilov_vi@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

²zoo@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

³kaf36@orensau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7771-7291>

⁴olbyk75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0753-1539>

⁵nio_bsau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5401-3179>

Аннотация. В статье приводятся результаты определения морфометрических показателей, биологической полноценности, физико-химических свойств и технологических признаков длиннейшей мышцы спины бычков красной степной (I группа), симментальской (II группа) и казахской белоголовой (III группа) пород при интенсивном выращивании. Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики по Н. А. Плохинскому с определением достоверности показателей при использовании критерия Стьюдента. Установлено, что бычки казахской белоголовой породы превосходили сверстников красной степной и симментальской пород по глубине длиннейшей мышцы спины соответственно на 11 мм (22,45%) и 8 мм (15,38%), ширине – на 7 мм (8,24%) и 4 мм (4,55%), площади поперечного разреза – на 13,63 см² (33,53%) и 10,47 см² (23,90%). Мышечная ткань бычков казахской белоголовой породы отличалась более высокой биологической полноценностью. При этом содержание незаменимой аминокислоты триптофан в мышечной ткани у них составляло 360,35 мг%, величина белкового качественного показателя – 5,97 ед. У бычков красной степной и симментальской пород величина анализируемых показателей была на уровне 350,02 мг%, 352,40 мг% и 5,62 ед. и 5,70 ед. Отмечалось преимущество мясной продукции бычков казахской белоголовой породы по влагоемкости. При этом мышечная ткань бычков красной степной породы характеризовалась более темной окраской.

Ключевые слова: скотоводство, красная степная, симментальская, казахская белоголовая порода, бычки, длиннейший мускул спины, промеры, биологическая полноценность, физико-химические свойства, технологические показатели, экологическая безопасность

Для цитирования. Косилов В. И., Юлдашбаев Ю. А., Рахимжанова И. А., Быкова О. А., Седых Т. А. Качественные показатели длиннейшей мышцы спины бычков разных генотипов // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета им. В. М. Кокова. 2022. №3(37). С. 79–87.
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-79-87

Original article

Qualitative indicators of the longest back muscle of bulls of different genotypes

Vladimir I. Kosilov^{✉1}, Yusupzhan A. Yuldashbayev², Ilmira A. Rakhimzhanova³,
Olga A. Bykova⁴, Tatiana A. Sedykh⁵

^{1,3}Orenburg State Agrarian University, 18 Chelyuskintsev street, Orenburg, Russia, 460014

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia, 127434

⁴Ural State Agrarian University, 42 Karl Libknekht street, Yekaterinburg, Russia, 620075

⁵Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture, 42 Richard Sorge street, Ufa, Russia, 450052

^{✉1}kosilov_vi@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

²zoo@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

³kaf36@orensau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7771-7291>

⁴olbyk75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0753-1539>

⁵nio_bsau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5401-3179>

Abstract. The article presents the results of determining morphometric indicators, biological usefulness, physico-chemical properties and technological features of the longest back muscle of Red steppe (group I), Simmental (group II) and Kazakh white-headed (group III) breeds under intensive cultivation. The obtained data were processed by the method of variation statistics according to N.A. Plokhinsky with the determination of the reliability of the indicators using the Student's criterion. It was found that Kazakh white-headed bulls surpassed their peers of the Red steppe and Simmental breeds in depth of the longest back muscle by 11 mm (22.45%) and 8 mm (15.38%), respectively, in width – by 7 mm (8.24%) and 4 mm (4.55%), the cross-sectional area – by 13.63 cm² (33.53%) and 10.47 cm² (23.90%). The muscle tissue of Kazakh white-headed bulls was distinguished by a higher biological value. At the same time, the content of the essential amino acid tryptophan in their muscle tissue was 360.35 mg%, the value of the protein quality index was 5.97 units. In the Red Steppe and Simmental bull calves, the value of the analyzed indicators was at the level of 350.02 mg%, 352.40 mg% and 5.62 units and 5.70 units. The advantage of meat products of Kazakh white-headed bulls in terms of moisture capacity was noted. At the same time, the muscle tissue of the red steppe bulls was characterized by a darker color.

Keywords: cattle breeding, red steppe, Simmental, Kazakh white-headed breed, bulls, the longest back muscle, measurements, biological usefulness, physico-chemical properties, technological indicators, environmental safety

For citation. Kosilov V.I., Yuldashbayev Yu.A., Rakhimzhanova I.A., Bykova O.A., Sedykh T.A. Qualitative indicators of the longest back muscle of bulls of different genotypes. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):79–87. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-79-87

Введение. В современных условиях обеспечение продовольственной безопасности является основой национальной безопасности страны [1–5]. В этой связи перед агропромышленным комплексом стоит масштабная задача существенного наращивания сельскохозяйственной продукции с целью удовлетворения населения в продуктах питания, особенно в мясе [6–10].

Скотоводство является одним из основных источников получения этого ценного продукта питания [11–14]. В этой связи в ближайшие годы необходимо существенно нарастить производство говядины. С этой целью необходимо задействовать все имеющиеся резервы отрасли. В первую очередь необходимо создать условия для эффективного использования генетических ресурсов отрасли отече-

ственной селекции. В молочном скотоводстве Южного Урала широко используются животные красной степной и симментальской пород. Сверхремонтный молодняк этих пород составляет основу откормочного поголовья региона. При производстве высококачественного мяса-говядины на Южном Урале разводится скот специализированной мясной породы казахская белоголовая [15–19]. Поэтому сравнительная оценка качества мясной продукции бычков этих генотипов в настоящее время является актуальной.

Цель исследования – проведение сравнительной оценки качества мясной продукции бычков красной степной, симментальской и специализированной мясной казахской белоголовой пород.

Материалы, методы и объекты исследования. Для решения поставленной задачи по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП (1977) в 18-месячном возрасте был проведен контрольный убой трех бычков каждого генотипа: красная степная порода (I группа), симментальская порода (II группа) и казахская белоголовая (III группа). Для проведения исследований были отобраны образцы длиннейшей мышцы между 9-12 ребрами массой 200 г. Для определения развития мышцы проводили морфометрические исследования путем измерения глубины, ширины и определения площади. Для характеристики биологической полноценности мышечной ткани устанавливали содержание полноценных бел-

ков (по триптофану) и неполноценных (по оксипролину), по соотношению этих аминокислот определяли белковый качественный показатель (БКП). По общепринятым методикам устанавливали цветность (коэффициент экстинкции $\times 1000$) длиннейшей мышцы спины, влагоемкость рН, содержание тяжелых металлов, радионуклидов, антибиотиков, пестицидов, микробов.

Полученный экспериментальный материал обрабатывали методом вариационной статистики по Н. А. Плохинскому (1972) с использованием пакета «Microsoft Office».

Результаты исследований. В настоящее время при комплексной оценке мясной продукции, полученной при убое крупного рогатого скота, существенное внимание уделяется определению её качества. Безусловно, массивные туши с хорошо развитой мускулатурой характеризуются и высокими качественными показателями. При оценке развития мускулатуры туши определяют морфометрические показатели длиннейшего мускула спины, являющегося одним из самых массивных и характеризующих в определенной степени развитие остальной мускулатуры.

Полученные материалы и их оценка свидетельствуют о влиянии генотипа бычков на морфометрические показатели длиннейшей мышцы спины. При этом преимущество во всех случаях было на стороне бычков казахской белоголовой породы III группы (табл. 1).

Таблица 1. Промеры длиннейшей мышцы спины бычков разных пород в 18 мес.
Table 1. Measurements of the longissimus dorsi muscle of bulls of different breeds at 18 months

Группа	Показатель						
	глубина, мм		ширина, мм		площадь, см ²		глубина / ширина $\times 100\%$
	$\bar{x} \pm S_x$	C_v	$\bar{x} \pm S_x$	C_v	$\bar{x} \pm S_x$	C_v	
I	49 \pm 1,94	2,14	85 \pm 2,98	2,33	40,65 \pm 1,42	2,10	57,6 \pm 2,10
II	52 \pm 2,04	2,33	88 \pm 3,10	2,44	43,81 \pm 1,53	2,24	59,1 \pm 2,04
III	60 \pm 2,11	2,28	92 \pm 3,96	2,50	54,28 \pm 1,60	2,31	65,2 \pm 2,12

Так, бычки красной степной и симментальской пород уступали им по глубине длиннейшей мышцы спины соответственно на 11 мм (22,45%, $P < 0,001$) и 8 мм (15,38%, $P < 0,01$), ширине – на 7 мм (8,24%, $P < 0,01$) и 7 мм (7,55%, $P < 0,05$).

Установленные межгрупповые различия по промерам длиннейшей мышцы спины обусловили неодинаковую её площадь у бычков разных генотипов. При этом лидирующее положение по величине анализируемого показателя было на стороне бычков

казахской белоголовой породы. Достаточно отметить, что они превосходили сверстников красной степной и симментальской пород по площади длиннейшей мышцы спины на поперечном разрезе на 13,63 см² (33,53%, P<0,001) и 10,47 см² (23,90 %, P<0,05).

Характерно, что бычки симментальской породы, уступая по морфометрическим показателям сверстникам казахской белоголовой породы, превосходили их по уровню молодняк красной степной породы. Так, их преимущество над бычками красной степной породы по глубине длиннейшей мышцы спины составляло 3 мм (6,12%, P<0,05), ширине – 3 мм (3,52%, P<0,05), площади поперечного сечения – 3,16 см² (7,77%, P<0,05).

Известно, что мясо является прежде всего продуктом белкового питания. Поэтому оценка биологической полноценности белка, входящего в состав мясной продукции, имеет важное значение при оценке её качества. Этот признак оценивается по концентрации мышечной ткани незаменимой аминокислоты триптофан и её соотношением с заменимой аминокислотой оксипролин (БКП). Полученные экспериментальные материалы и их анализ свидетельствуют о межгрупповых различиях по биологической полноценности мышечной ткани бычков разных пород (табл. 2).

Таблица 2. Биологическая полноценность длиннейшей мышцы спины бычков разных пород
Table 2. Biological usefulness of the longest muscle of the back of bulls of different breeds

Группа	Показатель					
	триптофан, мг%		оксипролин, мг%		белковый качественный показатель (БКП)	
	х±Sx	Cv	х±Sx	Cv	х±Sx	Cv
I	350,02±16,40	5,13	62,28±3,90	2,78	5,62±0,97	3,63
II	352,40±14,81	4,82	61,82±3,83	2,52	5,70±0,88	3,51
III	360,35±12,13	3,40	60,33±2,44	2,66	5,97±0,80	3,40

При этом бычки казахской белоголовой породы превосходили сверстников красной степной и симментальской пород по концентрации в мышечной ткани незаменимой аминокислоты триптофан на 10,33 мг% и 7,95 мг% соответственно, а молодняк красной степной породы уступал симменталам на 2,38 мг%. Что касается содержания заменимой аминокислоты оксипролин в длиннейшей мышце спины, то лидирующее положение по этому показателю занимали бычки красной степной породы. Молодняк симментальской и казахской белоголовой пород уступали им на 1,06 мг% и 1,95%. Характерно, что минимальной концентрацией оксипролина в мышечной ткани отличались бычки казахской белоголовой породы.

Межгрупповые различия по содержанию триптофана и оксипролина в длиннейшей мышце спины обусловили неодинаковый уровень БКП. При этом преимущество по его величине было на стороне бычков казахской белоголовой породы. Молодняк крас-

ной степной и симментальской пород уступал им по величине белкового качественного показателя соответственно на 0,39 ед (6,94%) и 0,27 ед (7,47%). В свою очередь симменталы превосходили красных степных сверстников по уровню анализируемого показателя на 0,08 ед (1,42%). Таким образом, мышечная ткань бычков всех генотипов отличалась высокой биологической полноценностью при лидирующем положении бычков казахской белоголовой породы.

Экспериментальные данные свидетельствуют об оптимальном уровне физико-химических свойств и технологических показателей мышечной ткани бычков разных генотипов (табл. 3).

При сенсорной оценке качества мясного сырья используется такой показатель, как цветность. У бычков всех групп он был на оптимальном уровне при определённых межгрупповых различиях. При этом более тёмной окраской отличалось мясо красных степных бычков, которые превосходили сверстников

симментальской и казахской белоголовой пород по этому признаку на 5,9 ед (2,15%) и 10,1 ед (3,74%) соответственно.

В свою очередь симменталы превосходили молодняк казахской белоголовой породы по насыщенности окраски на 7,2 ед (1,55%).

Таблица 3. Физико-химические свойства и технологические показатели длиннейшей мышцы бычков разных пород

Table 3. Physical and chemical properties and technological parameters of the longissimus muscle of bulls of different breeds

Группа	Показатель					
	цветность (коэффициент экстенции × 100)		рН		влагоемкость, %	
	х±Sx	Cv	х±Sx	Cv	х±Sx	Cv
I	280,2±28,14	4,23	5,60±0,08	1,43	55,82±2,30	2,35
II	274,3±30,22	5,80	5,61±0,10	1,48	58,90±2,44	2,42
III	270,1±32,04	6,33	5,64±0,11	1,50	64,20±2,40	2,38

Известно, что концентрация свободных ионов водорода (рН) в мясном сырье оказывает существенное влияние на его хранимоспособность. Полученные данные свидетельствуют, что величина изучаемого показателя в длиннейшем мускуле спины бычков всех генотипов находилась на оптимальном уровне без существенных межгрупповых различий. Это свидетельствует о достаточно высоком уровне технологических свойств и способности к длительному хранению.

Вкусовые качества и пищевая ценность мясопродуктов во многом обусловлены содержанием влаги в мясном сырье и характером её распределения в нём. Кроме этого эти признаки мясопродуктов зависят от способности белковых структур мясного сырья удерживать влагу при механическом воздействии и высокой температуре в процессе технологической обработки.

Полученные данные свидетельствуют о высокой влагоудерживающей способности мясной продукции бычков всех генотипов при лидирующем положении молодняка казахской белоголовой породы. Животные красной степной и симментальской пород уступали им по влагоемкости мяса на 6,58% и 3,5% соответственно. При этом симменталы превосходили сверстников красной степной породы по величине анализируемого показателя на 3,08%.

В настоящее время при оценке качества мясного сырья существенное внимание уделяется его безопасности или экологической

чистоте. При этом следует иметь в виду, что разнообразие экотоксикантов в значительной степени связано с техногенным воздействием человека на окружающую среду.

При проведении мониторинга экологической чистоты мясной продукции устанавливали концентрацию в ней тяжёлых металлов, антибиотиков, радионуклидов, остаточное количество пестицидов, микробов, дрожжей и плесени. В качестве образцов отбирали кусочки длиннейшей мышцы спины. Контролем по концентрации тяжёлых металлов и других вредных веществ служили их предельно допустимые концентрации (ПДК). Данные мониторинга мышечной ткани на содержание тяжёлых металлов свидетельствуют, что их концентрация была существенно ниже ПДК (табл. 4).

Таблица 4. Содержание тяжёлых металлов длиннейшей мышцы спины бычков разных пород, мг/кг

Table 4. The content of heavy metals in the longest muscles of the back of bulls of different breeds, mg/kg

Группа	Тяжелый металл					
	медь	цинк	свинец	кадмий	ртуть	мышьяк
ПДК	5,00	70,0	0,50	0,05	0,03	0,10
I	3,10	52,46	0,45	0,018	не обнаружено	
II	3,14	51,12	0,44	0,020		
III	3,12	52,02	0,45	0,022		

Характерно, что сильно токсичных веществ, таких как ртуть, мышьяк, антибиотики (левомицетины, тетрациклины, гризин, бацитроцин), пестициды и большинства микроорганизмов не обнаружено. Содержание радионуклидов цезия-137 находилось в пределах 3,11-3,24 Бк/кг, что существенно ниже ПДК (160 Бк/кг), а концентрация стронция-90 составляла 7,37-7,86 Бк/кг при ПДК 50 Бк/кг.

Выводы. Полученные экспериментальные материалы свидетельствуют о высоком

уровне качественных показателей мясной продукции бычков красной степной, симментальской и казахской белоголовой пород. Это подтверждается величиной морфометрических показателей длиннейшей мышцы спины, её биологической полноценностью, высоким уровнем физико-химических свойств, технологических показателей и экологической чистотой. Лидирующее положение по всем признакам занимали бычки казахской белоголовой породы.

Список литературы

1. Салихов А. А., Косилов В. И., Лындина Е. Н. Влияние различных факторов на качество говядины в разных эколого-технологических условиях. Оренбург, 2008. 232 с.
2. Косилов В. И., Мироненко С. И., Жукова О. А. Гематологические показатели телок разных генотипов на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2009. № 62. С. 150–158.
3. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Продуктивные качества бычков черно-пестрой и симментальской пород и их двух-трехпородных помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 7. С. 8–11.
4. Сенченко О. В., Миронова И. В., Косилов В. И. Молочная продуктивность и качество молока-сырья коров-первотелок черно-пестрой породы при скармливании энергетика Промелакт // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1(57). С. 90–93.
5. Миронова И. В., Косилов В. И., Нигматьянов А. А., Губашев Н. М. Закономерность использования энергии рационами коровами черно-пестрой породы при введении в рацион пробиотической добавки «Ветоспорин-актив» // Актуальные направления развития сельскохозяйственного производства в современных тенденциях аграрной науки: сборник научных трудов. Уральск, 2014. С. 259–265.
6. Литовченко В. Г., Жаймышева С. С., Косилов В. И. и др. Влияние пробиотической кормовой добавки биодарин на рост и развитие телок симментальской породы // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 391–396.
7. Tyulebaev S.D., Kadysheva M.D., Gabidulin V.M. [et al.] The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat Simmentals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The Proceedings of the conference AgroCON-2019*. 2019.012188. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012188
8. Morozova L., Mikolaychik I., Rebezov M. [et al.] Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020. Vol. 12. No. 1. Pp. 2181-2190. doi: 10.31838/ijpr/2020.SP1.319
9. Комарова Н. К., Косилов В. И., Исайкина Е. Ю. и др. Новые технологические методы повышения молочной продуктивности коров на основе лазерного излучения. Москва: Омега-Л, 2015. 192 с.
10. Kubatbekov T.S., Kosilov V.I., Kaledin A.P. [et al.]. The genotypic peculiarities of the consumption and the use of nutrients and energy from the fodder by the purebred and crossbred heifers. *Journal of Biochemical Technology*. 2020. Vol. 11. No. 4. Pp. 36–41.
11. Косилов В. И., Миронова И. В., Харламов А. В. Эффективность использования питательных веществ бычками черно-пестрой породы и ее двух-трехпородных помесей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2(52). С. 125–128.
12. Skvortsov E. A., Vykova O. A., Mymrin V. S. [et al.] Determination of the applicability of robotics in animal husbandry // *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2018. Vol. 8. No. S. Pp. 291–299.
13. Косилов В. И., Комарова Н. К., Мироненко С. И., Никонова Е. А. Мясная продуктивность бычков симментальской породы и ее двух-трех породных помесей с голштинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1(83). С. 119–122.
14. Косилов В. И., Траисов П. П., Юлдашбаев Ю. А., Галиева З. А. Применение безопасных консервантов в мясных продуктах // Состояние и перспективы увеличения производства высококачествен-

ной продукции сельского хозяйства: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, 2015. С. 62–64.

15. Никонова Е. А., Миронова И. В., Коков Т. Н. и др. Белковый состав, активность аминотрансфераз сыворотки крови и показатели естественной резистентности телок разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3(95). С. 307–312.

16. Никонова Е. А. Качественные показатели туши молодняка казахской белоголовой породы и ее помесей от вводного скрещивания с герефордами уральского типа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5(91). С. 254–260.

17. Шевхужев А. Ф., Погодаев В. А., Магомедов К. Г. Развитие отдельных мускулов и их химический состав у бычков абердин-ангусской породы в зависимости от типа телосложения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 4(90). С. 235–240.

18. Косилов В. И., Юлдашбаев Ю. А., Рахимжанова И. А., Быкова О. А. Мясная продуктивность бычков разных пород // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 50–61. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-55-60

19. Косилов В. И., Мироненко С. И., Андриенко Д. А. и др. Использование генетических ресурсов крупного рогатого скота разного направления продуктивности для увеличения производства говядины на Южном Урале. Оренбург, 2016. 452 с.

References

1. Salikhov A.A., Kosilov V.I., Lyndina E.N. *Vliyanie razlichnykh faktorov na kachestvo govyadiny v raznykh ekologo – tekhnologicheskikh usloviyakh* [The influence of various factors on the quality of beef in different environmental and technological conditions]. Orenburg, 2008. 232 p. (In Russ.)

2. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Zhukova O.A. Hematological indexes of heifers with different genotypes in the south Urals. *Herald of beef cattle breeding*. 2009;(62):150–158. (In Russ.)

3. Kosilov V., Mironenko S., Nikonova E. Performance of bulls of black-and-white and simmental breeds and their two and three breed crosses. *Dairy and meat cattle breeding*. 2012;(7):8–11. (In Russ.)

4. Senchenko O.V., Mironova I.V., Kosilov V.I. Dairy productivity and quality of raw milk produced by black-spotted first-calf heifers fed the promelact feed additive. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2016;1(57):90–93. (In Russ.)

5. Mironova I.V., Kosilov V.I., Nigmat'yanov A.A., Gubashev N.M. The regularity of the energy use of rations by cows of black-and-white breed when the probiotic additive "Vetosporin-active" is introduced into the diet. *Aktual'nye napravleniya razvitiya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v sovremennykh tendentsiyah agrarnoy nauki*. [Actual directions for the development of agricultural production in modern trends in agricultural science: a collection of scientific papers.]: sbornik nauchnykh trudov. Ural'sk, 2014. Pp. 259–265. (In Russ.)

6. Litovchenko V.G., Zhajmysheva S.S., Kosilov V.I. [et al.]. Probiotic fodder additive biodarin effect on the growth and development of simmental heifers. *AGRO-industrial complex of Russia*. 2017;24(2):391–396. (In Russ.)

7. Tyulebaev S.D., Kadysheva M.D., Gabidulin V.M. [et al.]. The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat Simmentals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. The Proceedings of the conference "AgroCON-2019". 2019.012188. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012188

8. Morozova L., Mikolaychik I., Rebezov M. [et al.]. Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020;12(1):2181–2190. doi: 10.31838/ijpr/2020.SP1.319

9. Komarova N.K., Kosilov V.I., Isajkina E.Yu. [et al.]. *Novye tekhnologicheskie metody povysheniya molochnoj produktivnosti korov naosnove lazernogo izlucheniya* [New technological methods for increasing the milk productivity of cows based on laser radiation]. Moscow: Omega-L, 2015. 192 p. (In Russ.)

10. Kubatbekov T.S., Kosilov V.I., Kaledin A.P. [et al.]. The genotypic peculiarities of the consumption and the use of nutrients and energy from the fodder by the purebred and crossbred heifers. *Journal of Biochemical Technology*. 2020;11(4):36-41.

11. Kosilov V.I., Mironova I.V., Harlamov A.V. Effectiveness of diet nutrients utilization by black-spotted bulls and their double and triple hybrids. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015;2(52):125–128. (In Russ.)

12. Skvortsov E. A., Bykova O. A., Mymrin V. S. [et al.]. Determination of the applicability of robotics in animal husbandry. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2018;8(S):291–299.

13. Kosilov V.I., Komarova N.K., Mironenko S.I., Nikonova E.A. Beef performance of simmental steers and their doublecross and triple hybrids with holsteins, german-spotted and limousin cattle. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2012;1(83):119–122. (In Russ.)
14. Kosilov V.I., Traisov P.P., Yuldashbaev Yu.A., Galieva Z.A. The use of safe preservatives in meat products. *Sostoyanie i perspektivy uvelicheniya proizvodstva vysokokachestvennoj produkcii sel'skogo hoz'yajstva* [Status and prospects for increasing the production of high-quality agricultural products]: *materialy IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. 2015. P. 62–64. (In Russ.)
15. Nikonova E.A., Mironovai.V., Kokov T.N. [et al.]. Protein composition, activity of aminotransferases in blood serum and indicators of natural resistance of heifers of different genotypes. *Izvestia Orenburg State Agrarian University* 2022;3(95):307–312. (In Russ.)
16. Nikonova E.A. Qualitative indicators of carcasses of young kazakh white-headed breed and its crossbreeds from introductory crossing with herefords of the ural type. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;5(91):254–260. (In Russ.)
17. Shevhuzhev A.R., Pogodaev V.A., Magomedov K.G. The development of individual muscles and their chemical composition in aberdeen-angus bulls, depending on the type of physique. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;4(90):235–240. (In Russ.)
18. Kosilov V.I., Yuldashbaev Yu.A., Rahimzhanova I.A., Bykova O.A. meat productivity of bulls of different breeds. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;2(36):50–61. doi: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-55-60. (In Russ.)
19. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Andrienko D.A. [et al.]. *Ispol'zovanie geneticheskikh resursov krupnogo rogatogo skota raznogo napravleniya produktivnosti dlya uvelicheniya proizvodstva govyadiny na Yuzhnom Urale* [Use of genetic resources of cattle with different directions of productivity to increase beef production in the South Urals]. Orenburg. 2016. 452 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Косилов Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 1802-6176, Author ID: 352944

Юлдашбаев Юсупжан Артыкович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», SPIN-код: 5687-1473, Author ID: 487190

Рахимжанова Ильмира Агзамовна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 9566-9106, Author ID: 764317

Быкова Ольга Александровна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 8510-1625, Author ID: 663503

Седых Татьяна Александровна – доктор биологических наук, доцент, Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, SPIN-код: 4481-5351, Author ID: 431877

Information about the authors

Vladimir I. Kosilov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, SPIN-code: 1802-6176, Author ID: 352944

Yusupzhan A. Yuldashbayev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, SPIN-code: 5687-1473, Author ID: 487190

Имира А. Рахимжанова – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Orenburg State Agrarian University, SPIN-code: 9566-9106, Author ID: 764317

Ольга А. Быкова – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Ural State Agrarian University, SPIN-code: 8510-1625, Author ID: 663503

Татьяна А. Седыкх – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture, SPIN-code: 4481-5351, Author ID: 431877

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 29.08.2022;
одобрена после рецензирования 12.09.2022;
принята к публикации 14.09.2022.*

*The article was submitted 29.08.2022;
approved after reviewing 12.09.2022;
accepted for publication 14.09.2022.*

Научная статья

УДК 636.2:636.084

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-88-92

Показатели белкового обмена у нетелей в течение стельности и под влиянием биотехнических обработок

Ибрагим Хасанович Таов^{✉1}, Амир Тимурович Тарчоков²,
Исмаил Анатольевич Биттиров³

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030, ^{✉1}taova_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8786-6899>

Аннотация. Проблема реактивности организма и пути ее повышения, особенностей и значения иммунных реакций во всех звеньях воспроизводства, начиная от гаметогенеза и кончая постнатальным развитием, привлекает большое внимание научных и практических работников животноводства. В связи с этим крайне важно знать состояние беременной самки в тот или иной период ее онтогенеза. Поэтому принципиально важное значение имеет изучение биологически активных веществ (БАВ), которые могут действовать на биологические системы, регулируя их жизнедеятельность. В частности, важно было выяснить, происходит ли под влиянием витамина А и тривитамина (витамин А, D₃, E) изменение антигенной структуры белков, уже имеющихся в сыворотке крови животных. Белки сыворотки крови, так же как и другие биохимические и физиологические константы, подвергаются в организме животных различным изменениям в зависимости от действия внешних и внутренних факторов, они находятся в прямой зависимости от функции органов воспроизведения. Исследовано изменение характера и направления обмена веществ, особенно белковых, при стельности с развитием эмбриона в материнском организме. Как теперь известно, во всех звеньях репродуктивного потенциала, наряду с нервной и эндокринной, принимает участие и иммунная система, однако ее изменения при этом и под влиянием биотехнических средств управления воспроизводством изучено недостаточно. В связи с этим представляет теоретический и практический интерес обеспечение маточного поголовья витаминами и повышение обмена основного субстрата жизни – белка, изменение его биологических функций, а также изучение некоторых вопросов взаимосвязи материнского организма с нарождающимся приплодом при воздействии на организм стельных животных БАВ. Полученные в наших опытах результаты указывают, что состояние беременности оказывает влияние на характер белкового обмена стельных животных, в данном случае – в сторону усиления процессов ассимиляции в организме животных опытных групп, что, по нашему мнению, имеет особое место в первой половине стельности (до 6-ти месяцев).

Ключевые слова: нетели, стельность, белки, витамины

Для цитирования. Таов И. Х., Тарчоков А. Т., Биттиров И. А. 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. 88–92.

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-88-92

Original article

Indicators of protein metabolism of heifers during pregnancy and under the influence of biotechnical treatments

Ibragim Kh. Taov^{✉1}, Amir T. Tarchokov², Ismail A. Bittirov³

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030, ^{✉1}taova_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8786-6899>

Abstract. The problem of the reactivity of the organism and ways of its increase, the features and significance of immune reactions in all stages of reproduction, from gametogenesis to postnatal development, attracts great attention of scientific and practical workers in animal husbandry. In this regard, it is extremely important to know the state of a pregnant female in a particular period of her ontogenesis. Therefore, the study of biologically active substances (BAS), which can act on biological systems, regulating their vital activity, is of fundamental importance. In particular, it was important to find out whether under the influence of vitamin A and trivitamin (vitamin A, D3, E) a change in the antigenic structure of proteins already present in the blood serum of animals occurs. Blood serum proteins, as well as other biochemical and physiological constants, undergo various changes in the animal body depending on the action of external and internal factors; they are directly dependent on the function of the organs of reproduction. The nature and direction of metabolism, especially protein metabolism, change during pregnancy with the development of the embryo in the mother's body is investigated. As it is now known, along with the nervous and endocrine systems, the immune system also participates in all links of the reproductive potential, but its changes in this case and under the influence of biotechnical means of reproduction control have not been studied enough. In this regard, it is of theoretical and practical interest to provide the breeding stock with vitamins and increase the metabolism of the main substrate of life - protein, change its biological functions, as well as to study some issues of the relationship between the mother's organism and the nascent offspring when exposed to the body of pregnant animals with biologically active substances. The results obtained in our experiments indicate that the state of pregnancy has an impact on the nature of the protein metabolism of pregnant animals, in this case – in the direction of strengthening the processes of assimilation in the body of animals of the experimental groups, which, in our opinion, takes place especially in the first half of pregnancy (up to 6 months).

Keywords: heifers, pregnancy, proteins, vitamins

For citation. Taov I.Kh., Tarchokov A.T., Bittirov I.A. 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):88–92. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-88-92

Введение. Круг вопросов, касающихся ответных реакций на введение отдельных биологически активных веществ, недостаточно изучен. Далеко не полностью выяснена зависимость стимулирующего эффекта препаратов от условия содержания животных, характера питания, полноценности и состава рационов, длительности применения, доз, кратности введения, состояния органов воспроизведения и т.п. Вместе с тем ни у кого не вызывает сомнения необходимость изыскания эффективных способов стимуляции.

Цель исследования – изучить изменение уровня белкового обмена у нетелей в течение стельности и под влиянием биотехнических обработок.

Белки, как и другие сложные органические соединения, составляют основу всех тканей и играют исключительно важное значение в процессе жизнедеятельности организма, поскольку специфические проявления жизни тесно связаны со свойством белка [1–3]. Имеющиеся классические работы известных

ученых позволяют предположить о зависимости синтеза белка в организме животных от питательной ценности рациона в зимне-стойловый период и действия витаминов, гормональных, тканевых и других препаратов [4–6].

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проведены в 2020–2022 гг. на кафедре «Ветеринарная медицина» Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, в крестьянских (фермерских) хозяйствах Кабардино-Балкарской Республики на животных голштинской породы черно-пестрой масти с высоким уровнем зоотехнического учета.

Согласно нормам кормления животных, рационы были сбалансированы по основным питательным и минеральным веществам, кроме каротина (250–300 мг вместо 750–800 мг), в сыворотке крови нетелей 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 мг%.

Для проведения опыта были сформированы три группы нетелей: первая опытная группа – контрольная. Второй опытной группе с интервалом 5-7 дней вводили три-четыре раза масляный раствор витамина А (внутримышечно по 250-500 тыс. МЕ). Третьей опытной группе в те же сроки вводили тривитамин (витамин А, D₃, Е). Кровь для исследований брали из яремной вены утром перед кормлением – ежемесячно, в течение стельности. Иммунологическое состояние организма подопытных животных определяли по содержанию в сыворотке крови общего белка [7].

Результаты исследования. Изучение динамики сывороточных белков в крови подопытных нетелей в период стельности позволило выявить следующее (табл. 1): в течение первых четырех месяцев содержание белка у животных контрольной группы увеличивалось (соответственно на 0,09; 0,29 и 0,18 г%); затем, на пятом-шестом месяце происходило снижение (на 0,61 и 0,20 г%); на седьмом месяце стельности вновь несколько повышалось

(на 0,11 г%) с последующим дальнейшим снижением на восьмом и девятом месяцах стельности. В итоге концентрация общего белка в сыворотке крови нетелей контрольной группы снизилась в течение стельности с $6,73 \pm 0,15$ до $6,47 \pm 0,15$ г%.

У нетелей второй опытной группы концентрация общего белка в сыворотке крови была выше, чем у контрольных, за исключением 4 и 5-го месяцев стельности.

В начале стельности у них также отмечено повышение концентрации общего белка в сыворотке крови (на 0,06 и 0,23 г%), однако уже с четвертого месяца оно снижалось (на 0,28; 0,26 и 0,12 г% на четвертом, пятом и шестом месяцах соответственно). На седьмом-восьмом месяцах стельности содержание общего белка в сыворотке крови повышалось (на 0,38 и 0,13 г%) и в конце стельности снижалось (на 0,32 г%). Всего в течение стельности концентрация общего белка в сыворотке крови снизилась на 0,18 г%.

Таблица 1. Влияние витамина А и тривитамина на показатели общего белка в сыворотке крови нетелей в течение стельности (г%)

Table 1. The effect of vitamin A and trivitamin on total protein in the blood serum of heifers during pregnancy (g%)

Группа	Показатели	Месяцы стельности								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Контрольная (n=4)	M±m	6,73±0,15	6,2±0,09	7,11±0,25	7,29±0,16	6,68±0,15	6,48±0,20	6,59±0,26	6,53±0,14	6,47±0,15
2. Опытная (витамин А, n=8)	M±m	6,88±0,14	6,94±0,16	7,17±0,16	6,89±0,17	6,63±0,11	6,51±0,12	6,89±0,19	7,02±0,16	6,70±0,08
	P	>0,5	<0,5	<0,5	<0,2	<0,5	<0,5	>0,2	<0,05	<0,2
3. Опытная (тривитамин, n=8)	M±m	7,03±0,17	6,97±0,16	7,26±0,16	6,77±0,15	6,74±0,11	6,61±0,13	7,14±0,18	6,83±0,15	6,86±0,12
	P	<0,2	<0,5	<0,5	<0,05	<0,5	<0,5	>0,1	<0,2	>0,05

У нетелей третьей опытной группы общий белок сыворотки крови вначале снижался (на 0,06 г% на втором месяце), затем повышался (на 0,29 г% на третьем месяце). В последующем трехмесячном периоде наблюдалось снижение (на 0,49; 0,03 и 0,13 г%); на седьмом месяце имело место кратковременное снижение концентрации белка (на 0,53 г%), затем снижение на восьмом месяце на 0,33 г% и незначительное повышение в конце беременности на 0,03 г%.

Наконец, если обработка животных витамином А способствовала более интенсивному повышению концентрации общего белка в сыворотке крови в первые два месяца стельности, то затем, в течение трех месяцев, уровень его был ниже, чем у контрольных животных и оказался выше его в течение остальных четырех месяцев стельности. У животных, обрабатываемых тривитамин, показатель общего белка в сыворотке крови был выше в течение всей стельности, за исключением четвертого месяца. Если в контрольной

группе нетелей в течение стельности концентрация общего белка в сыворотке крови снизилась на 0,26 г%, то у животных опытных групп – на 0,18 и 0,17 г%.

При сравнении динамики общего белка в течение стельности у подопытных коров и нетелей можно отметить более низкий уровень его на протяжении всего периода исследования у нетелей, чем у коров и особенно в первой половине стельности. Наибольшее увеличение изучаемого показателя у обеих опытных групп животных наблюдалось на 1, 2, 3 месяцах стельности.

Уровень общего белка в сыворотке крови опытных групп коров в первую половину стельности (до 6-ти месяцев) был значительно выше, чем во вторую. Повышение содержания в крови белка на 1, 2 и 3 месяцах стельности установлено и в крови нетелей. Однако последующее снижение его во вто-

рую половину стельности (характерное для обеих опытных групп животных) в крови подопытных коров было выражено более значительно, чем у нетелей.

Выводы. 1. Применение витаминных препаратов не повлияло существенно на динамику сывороточного белка у исследуемых животных и не установлены закономерные изменения в количестве изучаемого показателя, т.е. он не превышал физиологическую норму, что говорит об отсутствии отрицательного влияния биогенных препаратов, а является лишь отражением повышения иммунобиологической реактивности организма животных.

2. Характер изменения содержания белковых веществ в крови подопытных животных указывает на повышенную потребность организма в питательных веществах, особенно белковых.

Список литературы

1. Кисленко В. И. Ветеринарная иммунология (теория и практика): учебник. Москва: ИНФРА-М, 2018. 214 с.
2. Сысоев А. А. Физиология размножения сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1967. 360 с.
3. Яблонский В. А. Изменение иммунобиологической реактивности организма коров и телок по периодам репродуктивной функции и под влиянием биотехнических обработок: материалы III Всесоюзного симпозиума с международным участием. Киев, 21-23 октября 1987. С. 83–84.
4. Фофанова И. Ю. Роль витаминов и микроэлементов в сохранении репродуктивного здоровья // Гинекология. 2005. Т. 7. № 4. С. 244–249.
5. Хеннинг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1976. 438 с.
6. Чирков В. А. Стимуляция матки у коров после отела // Ветеринария. 1980. № 1. С. 40–43.
7. Петрунькина А. М. Практическая биохимия: 3-е изд., перераб. Л.: Медгиз. Ленингр. отделение, 1961. 428 с.

References

1. Kislenko V.I. *Veterinarnaya immunologiya (teoriya i praktika)* [Veterinary immunology (theory and practice)]: textbook. Moscow: INFRA-M, 2018. 214 p. (In Russ.)
2. Sysoyev A.A. *Fiziologiya razmnozheniya sel'skokhozyaystvennykh zhivonykh* [Physiology of reproduction of farm animals]. Moscow: Kolos, 1967. 360 p. (In Russ.)
3. Yablonskiy V.A. *Izmeneniye immunobiologicheskoy reaktivnosti organizma korov i telok po periodam reproduktivnoy funktsii i pod vliyaniem biotekhnicheskikh obrabotok* [Changes in the immunobiological reactivity of the organism of cows and heifers by periods of reproductive function and under the influence of biotechnical treatments]: materials of the III All-Union Symposium with international participation. Kyiv, October 21-23. 1987. p. 83–84. (In Russ.)
4. Fofanova I.Yu. The role of vitamins and microelements in maintaining reproductive health. *Gynecology*. 2005;7;4:244–249. (In Russ.)
5. Khenning A. Mineral'nye veshchestva, vitamin, biostimulyatory v kormlenii sel'skohozyajstvennykh zhivotnyh [Minerals, vitamin, biostimulants in feeding farm animals]. Moscow: Kolos, 1976. 438 p. (In Russ.)

6. Chirkov V.A. *Stimulyaciya matki u korov posle otela* [Stimulation of the uterus in cows after calving]. *Veterinary medicine*. 1980;1:40–43.

7. Petrunkina A.M. *Prakticheskaya biohimiya* [Practical biochemistry]. Leningrad: Medgiz. Leningr. otdelenie. 1961. 428 p. (In Russ.)

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

Биттиров Исмаил Анатольевич – аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the 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 – Graduate student, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Ismail A. Bittirov – Graduate student, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 12.08.2022;
одобрена после рецензирования 02.09.2022;
принята к публикации 05.09.2022.*

*The article was submitted 12.08.2022;
approved after reviewing 02.09.2022;
accepted for publication 05.09.2022.*

Научная статья

УДК 636.2.636.082

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-93-101

Экстерьерные особенности бычков мясных пород в Приморском крае

Василий Васильевич Толочка^{✉1}, Владимир Иванович Косилов²,
Дылгыр Цыдыпович Гармаев³, Юсупжан Артыкович Юлдашбаев⁴

¹Приморская государственная сельскохозяйственная академия, ул. Блюхера, 44, Уссурийск, Приморский край, Россия, 692510

²Оренбургский государственный аграрный университет, ул. Челюскинцев, 18, Оренбург, Россия, 460014

³Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, ул. Пушкина, 8, Улан-Удэ, Россия, 670024

⁴Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127434

^{✉1}zolotodol@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4530-1740>

²Kosilov_vi@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

³dylgyr56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3340-2820>

⁴zoo@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

Аннотация. В статье приведены результаты изучения линейного роста бычков калмыцкой (I группа), абердин-ангусской (II группа) и герефордской (III группа) пород. Установлено, что уже новорожденный молодняк имел определенные различия по основным промерам. При этом бычки герефордской породы превосходили сверстников калмыцкой и абердин-ангусской пород по высоте в холке и крестце на 4,9-9,9 см (6,52-14,12%), косой длине туловища – на 3,3-5,7 см (5,43-9,76%), промерам, характеризующим развитие задней трети туловища, на 1,1-3,9 см (6,01-27,86%). Аналогичные межгрупповые различия отмечались и в более поздние возрастные периоды. Так, в конце выращивания в 18-месячном возрасте молодняк калмыцкой и абердин-ангусской пород уступал герефордам по высоте в холке и крестце на 1,1-3,1 см (0,91-2,60%), косой длине туловища – на 8,3-12,0 см (6,20-9,22%), глубине, ширине и обхвату груди за лопатками – на 3,1-21,8 см (4,78-13,28%), ширине в маклоках и тазобедренных сочленениях – на 3,1-7,2 см (6,92-18,51%), полуобхвату зада – на 3,8-21,3 см (3,38-22,47%). Минимальной величиной всех промеров тела отличались бычки калмыцкой породы.

Ключевые слова: мясное скотоводство, калмыцкая порода, абердин-ангусская порода, герефордская порода, бычки, промеры тела

Для цитирования. Толочка В. В., Косилов В. И., Гармаев Д. Ц., Юлдашбаев Ю. А. Экстерьерные особенности бычков мясных пород в Приморском крае // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. №3(37). С. 93–101.

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-93-101

Original article

Exterior features of beef bulls in Primorsky krai

Vasily V. Tolochka^{✉1}, Vladimir I. Kosilov²,
Dylgyr Ts. Garmaev³, Yusupzhan A. Yuldashbayev⁴

¹Primorsky State Agricultural Academy, 44 Blucher Street, Ussuriysk of Primorsky Krai, Russia, 692510

²Orenburg State Agrarian University, 18 Chelyuskintsev street, Orenburg, Russia, 460014

³Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, 8 Pushkin Street, Ulan-Ude, Russia, 670024

⁴Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya street, Moscow, Russia, 127434

✉¹zolotodol@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4530-1740>

²Kosilov_vi@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4754-1771>

³dyldyr56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3340-2820>

⁴zoo@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7150-1131>

Abstract. The article presents the results of studying the linear growth of calves of Kalmyk (group I), Aberdeen-Angus (group II) and Hereford (Group III) breeds. It was found that already newborn young stock had certain differences in the main measurements. At the same time, Hereford bulls surpassed their peers of the Kalmyk and Aberdeen Angus breeds in height at the withers and rump by 4.9-9.9 cm (6.52-14.12%), oblique trunk length – by 3.3-5.7 cm (5.43-9.76%), measurements characterizing the development of the posterior third of the trunk by 1.1-3.9 cm (6.01-27.86%). Similar intergroup differences were observed in later age periods. So at the end of cultivation at the age of 18 months, young Kalmyk and Aberdeen-Angus breeds were inferior to Herefords in height at the withers and sacrum by 1.1-3.1 cm (0.91-2.60%), oblique trunk length – by 8.3–12.0 cm (6.20-9.22%), depth, width and chest girth behind the shoulder blades – by 3.1-21.8 cm (4.78-13.28%), width in the flaps and hip joints – by 3.1-7.2 cm (6.92-18.51%), half-girth of the butt – by 3.8-21.3 cm (3.38-22.47%). The minimum value of all body measurements was distinguished by Calmy bulls.

Keywords: beef cattle breeding, kalmyk, aberdeen-angus, hereford breeds, bulls, body measurements

For citation. Tolochka V.V., Kosilov V.I., Garmaev D.Ts., Yuldashbayev Yu.A. Exterior features of beef bulls in Primorsky krai. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.*2022;3(37):93–101. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-93-101

Введение. В настоящее время основным элементом национальной безопасности страны является продовольственная безопасность. В этой связи перед агропромышленным комплексом Российской Федерации стоит задача неуклонного наращивания производства продуктов питания [1–6]. Существенное внимание следует уделить развитию скотоводства как основного источника получения полноценного, высококачественного сырья для пищевой промышленности [7–13]. Особую роль в организации рационального питания играет мясо, являющееся источником биологически полноценных белков [14–16].

Известно, что специализированное мясное скотоводство в связи с хозяйственно-биологическими особенностями скота мясных пород является важным источником получения высококачественного так называемого «элитного» мяса [17]. В последние годы отмечается расширение зоны разведения скота мясных пород. Положено начало развития мясного скотоводства и в Приморском крае путем завоза скота специализированных мясных пород.

Известно, что при комплексной оценке племенных и продуктивных качеств мясного скота существенное внимание уделяется экс-

терьерным особенностям животных. Высокорослые, с глубоким и растянутым туловищем животные отличаются повышенным уровнем мясной продуктивности. В этой связи **целью исследования** являлась оценка экстерьера бычков мясных пород по возрастным периодам.

Материал, методы и объекты исследования. При проведении научно-хозяйственного опыта в КФХ «Толочка В. В.» Приморского края из новорожденного молодняка были сформированы 3 группы бычков по 15 животных в каждой: I группа – калмыцкая порода, II группа – абердин-ангусская, III группа – герефордская порода. В подсосный период от рождения до 8 мес. бычки всех пород содержались по системе «корова-теленки» под матерями. После отъема от матерей в 8-месячном возрасте были переведены на откормочную площадку, где содержались в одном загоне до конца выращивания в 18-месячном возрасте.

У новорожденных бычков и молодняка в возрасте 8, 12 и 18 мес. брались основные промеры тела: высота в холке и крестце, косая длина туловища (палкой), глубина груди, ширина груди, в маклоках и тазобедренных сочленениях, обхват груди и пясти, полуобхват зада.

Полученный экспериментальный материал обрабатывали методом вариационной статистики (Плохинский Н. А., 1970) с использованием пакета компьютерных программ «Statistica». Достоверность показателей устанавливали с использованием критерия Стьюдента.

Результаты исследования. Известно, что в процессе роста и развития животного увеличиваются его линейные размеры. Особен-

ность линейного роста определяется путем взятия промеров отдельных статей тела в определенные возрастные периоды.

Полученные нами данные и их анализ свидетельствуют о межгрупповых различиях по основным промерам тела уже у новорожденных бычков, что обусловлено влиянием генотипа молодняка (табл. 1).

Таблица 1. Промеры тела новорожденных бычков разных пород, см
Table 1. Body measurements of newborn bulls of different breeds, cm

Промер	Группа					
	I		I		I	
	показатель					
	X±Sx	C _v	X±Sx	C _v	X±Sx	C _v
Высота в холке	65,0±0,77	1,33	67,8±0,80	1,04	74,0±0,77	1,10
Высота в крестце	70,1±0,79	1,38	75,1±0,78	1,12	80,0±0,88	1,14
Косая длина туловища (палкой)	58,4±0,68	1,23	60,8±0,81	1,14	64,1±0,89	1,05
Глубина груди	25,2±0,70	1,38	27,4±0,73	1,10	28,1±0,48	1,12
Ширина груди за лопатками	13,9±0,28	1,14	15,4±0,28	1,08	16,3±0,51	1,24
Ширина в маклоках	14,0±0,24	1,08	16,1±0,23	1,13	17,9±0,33	1,14
Ширина в тазобедренных сочленениях	16,0±0,26	1,12	18,3±0,30	1,22	19,4±0,39	1,20
Обхват груди за лопатками	69,9±0,80	1,33	73,4±0,81	1,30	78,1±0,88	1,36
Обхват пясти	10,5±0,14	1,03	11,3±0,18	1,00	11,8±0,17	1,02
Полуобхват зада	47,7±0,71	1,23	50,9±0,73	1,29	54,5±0,48	1,32

При этом лидирующее положение по всем основным промерам статей тела занимали новорожденные бычки герефордской породы III группы. Сверстники калмыцкой и абердин-ангусской пород I и II групп уступали им, соответственно, по высоте в холке на 9,0 см (13,85%, P<0,001) и 6,2 см (9,14%, P<0,01), высоте в крестце – на 9,9 см (14,12%, P<0,001) и 4,9 см (6,52%, P<0,01), косой длине туловища – на 5,7 см (9,76%, P<0,01) и 3,3 см (5,43%, P<0,05), глубине груди – на 2,9 см (11,51%, P<0,05) и 0,7 см (2,55%, P>0,05), ширине груди за лопатками – на 2,4 см (17,27%, P<0,05) и 0,9 см (5,84%, P>0,05), ширине в маклоках – на 3,9 см (27,85%, P<0,01) и 1,8 см (11,18%, P>0,05), ширине в тазобедренных сочленениях – на 3,4 см (21,25%, P<0,01) и 1,1 см (6,01%, P>0,05), обхвату груди за лопатками – на 8,2 см (11,73%, P<0,001) и 4,7 см (6,40%, P<0,01), полуобхвату таза – на 6,8 см (14,26%,

P<0,001) и 3,6 см (7,07%, P<0,01). Межгрупповые различия по обхвату пясти были минимальными и статистически недостоверными.

Характерно, что минимальной величиной всех промеров статей тела отличались новорожденные бычки калмыцкой породы I группы. Они уступали молодняку абердин-ангусской породы II группы по высоте в холке на 2,8 см (7,31%, P<0,05), высоте в крестце – на 5,0 см (7,13%, P<0,01), косой длине туловища – на 2,4 см (4,11%, P<0,005), глубине и ширине груди – на 2,2 см (8,73%, P<0,05) и 1,5 см (10,79%, P<0,05), ширине в маклоках и тазобедренных сочленениях – на 2,1 см (15,00%, P<0,05) и 2,3 см (14,37%, P<0,05), обхвату груди за лопатками и полуобхвату зада – на 3,5 см (5,01%, P<0,01) и 3,2 см (6,71%, P<0,05).

Следовательно, новорожденные бычки герефордской и абердин-ангусской пород

отличались большей высоконогостью и широтными промерами тела, чем сверстники калмыцкой породы.

При отъеме бычков от матерей в 8-месячном возрасте межгрупповые различия по основным промерам статей тела, установленные у новорожденного молодняка, отмечались и в этот возрастной период (табл. 2). Так, бычки герефордской породы III группы превосходили молодняк калмыцкой и абердин-ангусской пород I и II групп по высоте в холке, соответственно, на 4,8 см (4,47%, $P < 0,01$) и 2,1 см (1,91%, $P < 0,05$), высоте в крестце – на 7,4 см (3,93%, $P < 0,01$) и 2,2 см

(1,93%, $P < 0,05$), косой длине туловища – на 7,2 см (6,61%, $P < 0,001$) и 2,7 см (2,38%, $P < 0,05$), глубине груди – на 5,8 см (11,44%, $P < 0,001$) и 2,8 см (5,28%, $P < 0,05$), ширине груди за лопатками – на 7,9 см (15,75%, $P < 0,001$) и 1,8 см (5,17%, $P < 0,05$), ширине в маклоках – на 4,8 см (16,38%, $P < 0,01$) и 1,8 см (5,57%, $P < 0,05$), ширине в тазобедренных сочленениях – на 5,5 см (21,40%, $P < 0,01$) и 2,3 см (7,96%, $P < 0,05$), обхвату груди за лопатками – на 5,2 см (3,79%, $P < 0,01$) и 2,5 см (1,79%, $P < 0,05$), полуобхвату зада – на 6,4 см (9,36%, $P < 0,001$) и 2,9 см (4,03 %, $P < 0,05$).

Таблица 2. Промеры тела быков разных пород в возрасте 8 месяцев, см
Table 2. Body measurements of bulls of different breeds at the age of 8 months, cm

Промер	Группа					
	I		I		I	
	показатель					
	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv	X±Sx	Cv
Высота в холке	107,3±0,77	1,38	110,0±0,79	1,55	112,1±0,81	1,60
Высота в крестце	111,8±0,80	1,42	114,2±0,82	1,73	116,4±0,88	1,69
Косая длина туловища (палкой)	108,9±0,73	1,33	113,4±0,77	1,50	116,1±0,83	1,58
Глубина груди	50,7±0,43	1,52	53,0±0,38	1,42	55,8±0,40	1,12
Ширина груди за лопатками	31,1±0,34	1,38	34,8±0,37	1,51	36,0±0,39	1,18
Ширина в маклоках	29,3±0,26	1,30	32,3±0,40	1,63	34,1±0,37	1,09
Ширина в тазобедренных сочленениях	25,7±0,18	1,51	28,9±0,20	1,12	31,2±0,21	1,24
Обхват груди за лопатками	137,2±1,28	1,68	139,9±1,38	1,59	142,4±1,42	1,88
Обхват пясти	13,4±0,26	1,12	12,4±0,17	1,33	12,6±0,18	1,42
Полуобхват зада	68,4±0,38	1,40	71,9±0,71	1,63	74,8±0,81	1,72

Установлено, что бычки абердин-ангусской породы II группы, уступая герефордам III группы по величине всех промеров статей тела, превосходили по их уровню молодняк калмыцкой породы I группы в анализируемый возрастной период. Так, их превосходство над сверстниками I группы по высоте в холке и крестце составляло, соответственно, 2,7 см (2,52%, $P < 0,05$) и 2,4 см (2,15%, $P < 0,05$), косой длине туловища – 7,5 см (4,13%, $P < 0,05$), глубине и ширине груди – 2,3 см (4,54%, $P < 0,05$) и 3,7 см (11,90%, $P < 0,01$), ширине в маклоках и тазобедренных сочленениях – 3,0 см (10,24%, $P < 0,05$) и 3,2 см (12,45%, $P < 0,01$), обхвату груди за лопатками и полуобхвату зада – 2,7 см (1,97%, $P < 0,05$) и 3,5 см (5,12%, $P < 0,01$).

Анализ полученных данных свидетельствует, что ранг распределения бычков разных пород по величине основных промеров статей тела, установленный в предыдущие возрастные периоды, сохранился и в годовалом возрасте (табл. 3).

Так, бычки калмыцкой и абердин-ангусской пород I и II групп уступали герефордским сверстникам III группы по высоте в холке, соответственно, на 4,8 см (4,32%, $P < 0,05$) и 2,0 см (1,77%, $P < 0,05$), высоте в крестце – на 5,2 см (4,57%, $P < 0,01$) и 2,8 см (2,41%, $P < 0,05$), косой длине туловища – 14,1 см (12,36%, $P < 0,001$) и 8,1 см (6,74%, $P < 0,01$), глубине груди – на 3,4 см (6,20%, $P < 0,05$), ширине груди за лопатками – на

3,9 см (11,50%, $P < 0,05$) и 1,9 см (5,29%, $P > 0,05$), ширине в маклоках – на 3,3 см (9,48%, $P < 0,05$) и 1,2 см (3,25%, $P > 0,05$), ширине в тазобедренных сочленениях – на 5,2 см (14,86%, $P < 0,01$) и 3,0 см (8,01%, $P < 0,05$), обхвату груди за лопатками – на 10,8 см (7,25%, $P < 0,01$), 3,3 см (2,11%, $P < 0,05$), полуобхвата зада – на 15,0 см (19,89%, $P < 0,001$) и 3,2 см (3,67%, $P < 0,05$). При этом абердин-ангусы II группы превосходили молодняк калмыцкой породы I группы по высоте в холке

и крестце, соответственно, на 2,0 см (1,80%, $P > 0,05$) и 2,4 см (2,11%, $P < 0,05$), косой длине туловища – на 6,0 см (5,26%, $P < 0,05$), глубине и ширине груди – на 1,8 см (3,28%, $P > 0,05$) и 2,0 см (5,90%, $P < 0,05$), ширине в маклоках и тазобедренных сочленениях – на 2,1 см (6,03%, $P < 0,05$) и 2,2 см (6,29%, $P < 0,05$), обхвату груди за лопатками и полуобхвату зада – на 7,5 см (5,04%, $P < 0,01$) и 11,8 см (15,65%, $P < 0,001$).

Таблица 3. Промеры тела бычков разных пород в возрасте 12 мес., см
Table 3. Body measurements of bulls of different breeds at the age of 12 months, cm

Промер	Группа					
	I		I		I	
	показатель					
	X±Sx	C _v	X±Sx	C _v	X±Sx	C _v
Высота в холке	111,0±1,43	2,32	113,0±1,54	2,38	115,8±1,61	2,43
Высота в крестце	113,8±1,50	2,41	116,2±1,28	2,23	119,0±1,72	2,50
Косая длина туловища (палкой)	114,1±1,88	2,33	120,1±1,96	2,35	128,2±2,11	2,41
Глубина груди	54,8±1,01	2,04	56,0±0,98	1,38	58,2±0,89	1,43
Ширина груди за лопатками	33,9±0,92	2,11	35,9±0,87	1,24	37,8±0,73	1,25
Ширина в маклоках	34,8±0,88	2,14	36,9±0,90	1,48	38,1±0,88	1,34
Ширина в тазобедренных сочленениях	35,0±0,74	1,12	37,2±0,91	1,55	40,2±0,81	1,50
Обхват груди за лопатками	148,9±2,02	2,43	156,4±2,13	2,66	159,7±2,20	1,96
Обхват пясти	15,0±0,43	1,28	14,8±0,52	1,33	14,9±0,48	1,30
Полуобхват зада	75,4±0,89	1,32	87,2±0,90	1,58	90,4±0,93	1,60

При окончании интенсивного выращивания в 18-месячном возрасте также отмечено влияние генотипа бычков на линейные размеры тела. При этом лидирующее положение занимал герефордский молодняк. Его преимущество по величине основных промеров тела сохранилось и в этот возрастной период (табл. 4).

Достаточно отметить, что бычки-герефорды III группы превосходили сверстников калмыцкой породы I группы абердин-ангусской породы II группы по высоте в холке, соответственно, на 2,5 см (2,12%, $P < 0,05$) и 1,4 см (1,18%, $P < 0,05$), высоте в крестце – на 3,1 см (2,60%, $P < 0,05$) и 1,1 см (0,91%, $P > 0,05$), косой длине туловища – на 12,0 см (9,22%, $P < 0,01$) и 8,3% (6,20%, $P < 0,05$), глу-

бине груди – на 5,8 см (9,34%, $P < 0,01$) и 3,1 см (4,78%, $P < 0,05$), ширине груди за лопатками – на 6,2 см (16,40%, $P < 0,01$) и 3,9 см (9,72%, $P < 0,05$), ширине в маклоках – на 7,2 см (18,51%, $P < 0,01$) и 7,3 см (10,29%, $P < 0,05$), ширине в тазобедренных сочленениях – на 5,6 см (13,24%, $P < 0,01$) и 3,1 см (6,92%, $P < 0,05$), обхвату груди за лопатками – на 21,8 см (13,28%, $P < 0,01$) и 9,0 см (5,08%, $P < 0,05$), полуобхвату зада – на 21,3 см (22,47%, $P < 0,001$) и 3,8 см (3,38%, $P < 0,05$).

Полученные данные и их анализ убедительно свидетельствуют, что как в более ранние возрастные периоды, так и по окончании выращивания в 18-месячном возрасте, минимальной величиной всех основных промеров статей тела, кроме обхвата пясти,

отличались бычки калмыцкой породы I группы. Достаточно отметить, что они уступали абердин-ангусам II группы по высоте в холке и крестце, соответственно, на 1,1 см (0,93%, $P>0,05$) и 2,0 см (1,68%, $P>0,05$), косяй длине туловища – на 3,7 см (2,84%, $P<0,05$), глубине и ширине груди – на 2,7 см (7,5%, $P<0,05$) и 2,3 см (6,08%, $P<0,05$), ширине в маклоках и тазобедренных сочленениях – на 2,9 см (7,45%, $P<0,05$) и 2,5 см

(5,91%, $P<0,05$), обхвату груди за лопатками и полуобхвату зада – на 12,8 см (7,79%, $P<0,01$) и 17,5 см (18,46%, $P<0,001$).

Известно, что в постнатальный период онтогенеза в разных его фазах широтные и высотные промеры тела изменяются с разной интенсивностью, что оказывает существенное влияние на величину коэффициента изменения с возрастом (табл. 5).

Таблица 4. Промеры тела бычков разных пород в возрасте 18 мес., см
Table 4. Body measurements of bulls of different breeds at the age of 18 months, cm

Промер	Группа					
	I		I		I	
	показатель					
	X±Sx	C _v	X±Sx	C _v	X±Sx	C _v
Высота в холке	117,9±1,55	2,04	119,0±1,28	2,10	120,4±1,44	2,11
Высота в крестце	119,4±1,63	2,03	121,4±1,32	1,48	122,5±1,58	2,04
Косая длина туловища (палкой)	130,1±2,10	2,33	133,8±2,04	1,99	142,1±2,10	2,12
Глубина груди	62,1±0,80	1,48	64,8±0,94	1,83	67,9±0,92	1,38
Ширина груди за лопатками	37,8±0,92	1,24	40,1±0,89	1,94	44,0±0,89	1,41
Ширина в маклоках	38,9±0,89	1,14	41,8±0,98	1,73	46,1±0,92	1,26
Ширина в тазобедренных сочленениях	42,3±0,91	1,30	44,8±0,87	1,39	47,9±0,88	1,33
Обхват груди за лопатками	164,2±2,12	2,33	177,0±2,30	2,31	186,0±2,04	1,93
Обхват пясти	18,1±0,32	1,32	17,0±0,29	1,13	17,4±0,31	1,08
Полуобхват зада	94,8±0,88	1,81	112,3±1,38	1,26	116,1±1,43	2,14

Таблица 5. Коэффициент увеличения промеров тела бычков разных пород к 18 мес. в сравнении с показателями при рождении

Table 5. The coefficient of increase in body measurements of bulls of different breeds by 18 months compared to birth rates

Группа	Промер									
	высота в		косая длина туловища	глубина на груди	ширина			обхват		полуобхват зада
	холке	крестце			груди за лопатками	в маклоках	в тазобедренных сочленениях	груди за лопатками	пясти	
I	1,81	1,70	2,23	2,46	2,72	2,78	2,64	2,35	1,72	1,99
II	1,76	1,62	2,20	2,36	2,60	2,60	2,45	2,41	1,50	2,21
III	1,63	1,53	2,22	2,42	1,57	2,58	2,47	2,38	1,47	2,13

Установлено, что вследствие неодинаковой скорости роста осевого и периферического скелета максимальной величиной коэффициента увеличения с возрастом характеризовались широтные промеры, такие как ширина в маклоках, тазобедренных сочленениях, груди за лопатками, а также обхват груди за лопатками, ее глубина, косая длина туловища и полуобхват зада, в то время как высота в холке и крестце, а также обхват пясти отличались минимальной скоростью

роста в постнатальный период, что обусловило наименьший уровень коэффициента увеличения с возрастом.

Выводы. Результаты оценки экстерьерных особенностей бычков разных пород свидетельствуют о хорошем их развитии и выраженности мясных форм. Это подтверждается величиной широтных промеров тела. При этом бычки герефордской и абердин-ангусской пород отличались большей величиной основных промеров тела.

Список литературы

1. Отаров А. И., Каюмов Ф. Г., Третьякова Р. Ф. Рост, развитие и мясные качества чистопородных и помесных бычков при откорме на площадке в зависимости от сезона года // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 3(89). С. 267–272.
2. Джуламанов К. М., Бактыгалиева А. Т., Уранбаева Г. Н. Убойные качества молодняка шагатайского типа казахского белоголового скота и его помесей с уральским герефордом // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6(56). С. 130–133.
3. Миронова И. В., Косилов В. И., Нигматьянов А. А., Губашев Н. М. Закономерность использования энергии рационов коровами черно-пестрой породы при введении в рацион пробиотической добавки «Ветоспорин-актив» // Актуальные направления развития сельскохозяйственного производства в современных тенденциях аграрной науки: сборник научных трудов. Уральск, 2014. С. 259–265.
4. Комарова Н. К., Косилов В. И., Исайкина Е. Ю. и др. Новые технологические методы повышения молочной продуктивности коров на основе лазерного излучения. Москва: Омега-Л, 2015. 192 с.
5. Сенченко О. В., Миронова И. В., Косилов В. И. Молочная продуктивность и качество молока – сырьё коров – первотелок черно-пестрой породы при скармливании энергетика Промелакт // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1(57). С. 90–93.
6. Старцева Н. В. Интенсивность роста чистопородных помесных бычков и кастратов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 3(89). С. 248–252.
7. Асадчий А.А. Мясная продуктивность чистопородных и помесных бычков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 3(89). С. 252–255.
8. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Продуктивные качества бычков-черно-пестрой и симментальской пород и их двух-трехпородных помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 7. С. 8–11.
9. Гудыменко В. И. Химические и товарно-технологические показатели говядины при реализации чистопородного и поместного скота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1(5). С. 131–133.
10. Skvortsov E.A., Bykova O.A., Mymrin V.S. [et al.] Determination of the applicability of robotics in animal husbandry // The Turkish Online Journal of Design Art and Communication. 2018. Vol. 8. No. S. Pp. 291–299.
11. Morozova L., Mikolaychik I., Rebezov M. [et al.] Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding // International Journal of Pharmaceutical Research. 2020. Vol. 12. No. 1. С. 2181–2190.
12. Tyulebaev S.D., Kadysheva M.D., Gabidulin V.M. [et al.] The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat Simmentals // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. С. 012188.
13. Косилов В. И., Комарова Н. К., Мироненко С. И., Никонова Е. А. Мясная продуктивность бычков симментальской породы и ее двух-трех породных помесей с голштинами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1(33). С. 119–122.
14. Толочка В. В., Косилов В. И., Гармаев Д. Ц. Влияние генотипа бычков мясных пород на интенсивность роста // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 5(91). С. 201–206.

15. Улимбашев М. Б., Шевхужев А. Ф., Алагирова Ж. Т., Улимбашева Р. А. Компенсаторно-приспособительные механизмы реализации генетического потенциала отечественного и импортного скота // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 78–94.
16. Косилов В. И., Мироненко С. И., Андриенко Д. А. и др. Использование генетических ресурсов крупного рогатого скота разного направления продуктивности для увеличения производства говядины на Южном Урале: монография. Оренбург. 2016. 452 с.
17. Косилов В. И., Салихов А. А., Нуржанова С. С. Формирование мясной продуктивности у абердин-ангусского скота // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 3. С. 20–21.

References

1. Otarov A.I., Kayumov F.G., Tret'yakova R.F. Growth, development and meat qualities of purebred and crossbred bulls when feeding on the site, depending on the season of the year. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;3(89):267–272. (In Russ.)
2. Dzhulamanov K.M., Baktygalieva A.T., Uranbaeva G.N. Slaughter qualities of young kazakh white-head cattle of the shagataisky type and their crosses with uralsky Herefords. *Izvestia Orenburg State Agrarian University* 2015;6(56):130–133. (In Russ.)
3. Mironova I.V., Kosilov V.I., Nigmat'yanov A.A., Gubashev N.M. The regularity of the energy use of rations by black-and-white cows when the probiotic supplement "Vetosporin-active" is introduced into the diet. *Aktual'nyenapravleniyarazvitiyasel'skokozyajstvennogoproizvodstva v sovremennyhtendenciyahagrarnoj-nauki*[Actual directions of development of agricultural production in modern trends in agricultural science]: *sbornik nauchnyh trudov*. Ural'sk, 2014. Pp. 259–265. (In Russ.)
4. Komarova N.K., Kosilov V.I., Isajkina E.Yu. [et al.]. *Novye tekhnologicheskie metody povysheniya molochnoj produktivnosti korov na osnove lazernogo izlucheniya* [New technological methods for increasing the milk productivity of cows based on laser radiation]. Moscow: Omega-L, 2015. 192 p. (In Russ.)
5. Senchenko O.V., Mironova I.V., Kosilov V.I. Phenological development of crataegus chlorosarca in Yekaterinburg. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2016;1(57):90–93. (In Russ.)
6. Starceva N.V. Growth rate of purebred and crossbred bulls and castrates. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;3(89):248–252. (In Russ.)
7. Asadchij A.A. Meat productivity of purebred and crossbred bulls. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;3(89):252–255. (In Russ.)
8. Kosilov V., Mironenko S., Nikonova E. Performanece of bulls of black-and-white and simmental breeds and their twoand threebreed crosses. *Dairy and meat cattle breeding*. 2012;(7):8–11. (In Russ.)
9. Gudymenko V.I. Chemical and commodity-technological beef-meat parameters of purebred and hybrid cattle at marketing. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015;1(5):131–133. (In Russ.)
10. Skvortsov E.A., Bykova O.A., Mymrin V.S. [et al.] Determination of the applicability of robotics in animal husbandry. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*. 2018;8(S):291–299.
11. Morozova L., Mikolaychik I., Rebezov M. [et al.] Improving the physiological and biochemical status of high-yielding cows through complete feeding. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020; 12(1):2181–2190.
12. Tyulebaev S.D., Kadyшева M.D., Gabidulin V.M. [et al.] The use of single-nucleotide polymorphism in creating a crossline of meat Simmentals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019*. 2019. P. 012188.
13. Kosilov V.I., Komarova N.K., Mironenko S.I., Nikonova E.A. Beef performance of simmental steers and their doublecross and triple hybrids with holsteins, german-spotted and limousin cattle. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2012;1(33):119–122. (In Russ.)
14. Tolochka V.V., Kosilov V.I., Garmaev D.C. Feed consumption and age dynamics of live weight of beef gobies. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;5(91):201–206. (In Russ.)
15. Ulimbashev M.B., Shevhuzhev A.F., Alagirova Zh.T., Ulimbasheva R.A. Compensatory-adaptive mechanisms of implementation of the genetic endowment of domestic and imported cattle. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*. 2018;(3):78–94. (In Russ.)
16. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Andrienko D.A. [et al.]. *Ispol'zovanie geneticheskikh resursov krupnogo rogatogo skota raznogo napravleniya produktivnosti dlya uvelicheniya proizvodstva govyadiny na Yuzhnom Urале* [Using the genetic resources of cattle of different productivity directions to increase beef production in the South Urals]: *monografiya*. Orenburg. 2016. 452 p. (In Russ.)
17. Kosilov V.I., Salihov A.A., Nurzhanova S.S. *Formirovanie myasnoj produktivnosti u aberdin-angusskogo skota* [Formation of meat productivity in Aberdeen Angus cattle]. *Dairy and meat cattle breeding*. 2005;(3):20–21. (In Russ.)

Сведения об авторах

Толочка Василий Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», SPIN-код: 4381-5040, Author ID: 481877

Косилов Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», SPIN-код: 1802-6176, Author ID: 352944

Гармаев Дылгыр Цыдыпович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова», SPIN-код: 3458-3926, Author ID: 431877

Юлдашбаев Юсупжан Артыкович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», SPIN-код: 5687-1473, Author ID: 487190

Information about the authors

Vasily V. Tolochka – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Primorsky State Agricultural Academy, SPIN-code: 4381-5040, Author ID: 481877

Vladimir I. Kosilov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Orenburg State Agrarian University, SPIN-code: 1802-6176, Author ID: 352944

Dylgyr Ts. Garmaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, SPIN-code: 3458-3926, Author ID: 431877

Yusupzhan A. Yuldashbayev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, SPIN-code: 5687-1473, Author ID: 487190

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 24.08.2022;
одобрена после рецензирования 07.09.2022;
принята к публикации 09.09.2022.*

*The article was submitted 24.08.2022;
approved after reviewing 07.09.2022;
accepted for publication 09.09.2022.*

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 631.372:621.372:621.436.1

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-102-111

Оптимизация состава трехкомпонентной биотопливной смеси

Аслан Каральбиевич Апажев¹, Юрий Ахметханович Шекихачев^{✉2},
Владимир Исмелович Батыров³, Анзор Леонидович Болотоков⁴

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

¹kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

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

³batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>

⁴anzor.n@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-4072>

Аннотация. В статье проанализирована проблема снижения зависимости дизельных двигателей от нефтяных топлив и улучшения их показателей за счет использования альтернативных возобновляемых видов топлива. Показано, что на данном этапе развития отечественной альтернативной энергетики более рационально использование в двигателях внутреннего сгорания топлив растительного происхождения. Приведена процедура оптимизации состава трехкомпонентной биотопливной смеси, основанная на результатах исследования влияния ее использования в дизеле Д-240. Получены регрессионные уравнения зависимости свойств трехкомпонентных смесей от их состава и построены изолинии в баричесентрических координатах треугольной диаграммы «состав – свойство». Установлено, что при изменении подачи трехкомпонентной биотопливной смеси мощность дизеля меняется от 31 до 55 кВт. При этом заметны существенные отличия в составах смесей при получении одного и того же диапазона мощности. Изменение соотношения этанола и воды на впуске и растительного масла в камеру сгорания меняет содержание окислов азота в отработавших газах дизеля в пределах от 1,32 до 1,95 мг/л. При подаче этанола и воды на впуске и растительного масла в камеру сгорания содержание в отработавших газах углеводородов изменяется от 0,01 до 0,1 мг/л. Анализ совместно нанесенных на симплекс изолиний показывает, что при мощности выше 45 кВт на мощностные и токсические показатели работы дизеля в первую очередь влияют окислы азота. Повышение допустимой концентрации окислов азота всего на 0,07 мг/л значительно увеличивает область получения мощности выше 45 кВт. Второй по степени жесткости наложения ограничений на получение больших мощностей, а, следовательно, и составу смесей, следует сажа. Область мощностей выше 45 кВт резко увеличивается при возрастании допустимой дымности отработавших газов с 0,21 до 0,27 мг/л.

Ключевые слова: дизельный двигатель, биотопливо, этанол, смесь, эффективность, отработавшие газы, дымность

Для цитирования. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Болотоков А. Л. Оптимизация состава трехкомпонентной биотопливной смеси // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 102–111. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-102-111

Original article

Optimization of the composition of a three-component biofuel mixture

Aslan K. Apazhev¹, Yuri A. Shekikhachev^{✉2}, Vladimir I. Batyrov³, Anzor L. Bolotokov⁴

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

¹kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

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

³batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>

⁴anzor.n@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-4072>

Abstract. The article analyzes the problem of reducing the dependence of diesel engines on petroleum fuels and improving their performance through the use of alternative renewable fuels. It is shown that at this stage of the development of domestic alternative energy, it is more rational to use vegetable fuels in internal combustion engines. A procedure for optimizing the composition of a three-component biofuel mixture based on the results of studying the effect of its use in the D-240 diesel engine is presented. Regression equations for the dependence of the properties of three-component mixtures on their composition are obtained and isolines are constructed in barycentric coordinates of the triangular diagram "composition – property". It has been established that when the supply of a three-component biofuel mixture is changed, the diesel power changes from 31 to 55 kW. At the same time, significant differences in the compositions of the mixtures are noticeable when obtaining the same power range. Changing the ratio of ethanol and water at the inlet and vegetable oil into the combustion chamber changes the content of nitrogen oxides in the exhaust gases of a diesel engine in the range from 1.32 to 1.95 mg/l. When ethanol and inlet water and vegetable oil are supplied to the combustion chamber, the content of hydrocarbons in the exhaust gases varies from 0.01 to 0.1 mg/l. An analysis of the isolines plotted together on the simplex shows that at a power above 45 kW, the power and toxic performance of a diesel engine are primarily affected by nitrogen oxides. Increasing the permissible concentration of nitrogen oxides by only 0.07 mg/l significantly increases the area for obtaining power above 45 kW. The second in terms of the severity of imposing restrictions on obtaining high powers, and, consequently, on the composition of mixtures, is carbon black. The power range above 45 kW sharply increases with an increase in the allowable opacity of exhaust gases from 0.21 to 0.27 mg/l.

Keywords: diesel engine, biofuel, ethanol, mixture, efficiency, exhaust gases, smoke

For citation. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Bolotokov A.L. Optimization of the composition of a three-component biofuel mixture. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):102–111. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-102-111

Введение. Одним из самых больших потребителей жидких нефтяных топлив являются двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Их массовое использование также явилось причиной значительного ухудшения экологического состояния окружающей среды. Как известно, выбросы вредных веществ от ДВС за год в среднем составляют 39% от всего объема вредных выбросов [1–3]. Поэтому на сегодняшний день ученые активно занимаются поиском альтернативных топлив для ДВС, которые можно использовать без внесения изменений в конструкцию дизельных двигателей (ДД) с целью улучшения их

технико-экономических и экологических показателей. С целью снижения зависимости ДД от нефтяных топлив и улучшения их показателей перспективно использование альтернативных возобновляемых видов топлива, которые могли бы частично, а в дальнейшем полностью, заменить традиционные топлива ископаемого происхождения [4–6].

Биотопливо (БТ) является одним из наиболее перспективных заменителей традиционного топлива на основе нефти. Сырьем для производства БТ могут быть различные растительные масла, в частности, доступны рапсовое и отработанное подсолнечное масло.

Физико-химические свойства БТ отличаются от ДТ, это приводит к отдельным особенностям протекания рабочих процессов двигателя, что, в свою очередь, влияет на технико-экономические и экологические показатели энергетических средств. Использование смеси БТ позволяет не только снизить количество вредных выбросов отработавших газов ДД, но и снизить расходы на топливо и зависимость от традиционных нефтяных топлив [7–10].

С учетом изложенного, установление оптимального состава трехкомпонентной смеси БТ является актуальной проблемой.

Цель исследования – установление оптимального состава трехкомпонентной биотопливной смеси.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования базируются на способах физического и математического моделирования, сравнения. Экспериментальные исследования влияния подачи этанола и воды по впускному трубопроводу, а рапсового масла в камеру сгорания на мощностные и экологические показатели дизеля Д-240М проведены на кафедре «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Эксперименты планировались по симплекс-решетчатому плану Шеффе.

Результаты исследования. При изучении свойств смеси, зависящих только от концентрации ее компонентов, факторное пространство представляет собой правильный симплекс. В этом случае для любой точки области исследований должно выполняться условие нормировки:

$$\sum_{i=1}^q x_i = 1, x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, q, \quad (1)$$

где:

x_i – концентрация компонентов;

q – количество компонентов.

При планировании эксперимента для решения задач на диаграммах состав-свойство предполагается, что изучаемое свойство является непрерывной функцией аргументов и может быть с достаточной точностью представлено полиномом.

Поверхности отклика в многокомпонентных системах имеют, как правило, очень сложный характер. Для адекватного описа-

ния таких поверхностей необходимы полиномы высоких степеней и, следовательно, большое количество опытов. Обычный полином степени n от q переменных имеет

C_{q+n}^n коэффициентов:

$$Y = b_0 + \sum_{1 < i < q} b_i x_i + \sum_{1 < i < j < q} b_{ij} x_i x_j + \sum_{1 < i < j < k < q} b_{ijk} x_i x_j x_k + \dots + \sum_{1 < i_1 < i_2 < \dots < i_n < q} b_{i_1 i_2 \dots i_n} x_{i_1} x_{i_2} x_{i_3}, \quad (2)$$

где:

$b_0, b_i, b_{ij}, b_{ijk}, b_{i_1 i_2 \dots i_n}$ – коэффициенты

полинома;

x_i, x_j, x_k – воздействующие факторы.

Свойства смесей следует описывать приведенными полиномами, получаемыми из выражения (2), с учетом условия нормированности суммы независимых переменных и содержащих значительно меньшее число коэффициентов, а, следовательно, минимальное количество экспериментальных точек.

Коэффициенты полиномов получают, используя свойство насыщенности плана: число экспериментальных точек в нем равно числу оцениваемых параметров в уравнении регрессии. В общем случае полином второй степени для трехкомпонентной смеси имеет вид:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2. \quad (3)$$

Выражение (3) в приведенной форме с учетом условия $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ запишется следующим образом:

$$Y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3, \quad (4)$$

где:

$$\beta_1 = y_1, \beta_2 = y_2, \beta_3 = y_3,$$

$$\beta_{12} = 4y_{12} - 2y_1 - 2y_2,$$

$$\beta_{13} = 4y_{13} - 2y_1 - 2y_3,$$

$$\beta_{23} = 4y_{23} - 2y_2 - 2y_3. \quad (5)$$

Приведенный полином неполного третьего порядка для трехкомпонентной смеси имеет вид:

$$Y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3, \quad (6)$$

где:

$$\beta_{123} = 127y_{123} - 12(y_{12} + y_{13} + y_{23}) - 3(y_1 + y_2 + y_3). \quad (7)$$

После определения коэффициентов уравнения регрессии необходимо провести статистический анализ полученных результатов: проверить адекватность уравнения и построить доверительные интервалы значений отклика, предсказываемые по уравнению регрессии.

При одинаковом числе параллельных опытов на каждом сочетании уровней фактора воспроизводимость процесса проверяется по критерию Кохрена:

$$G = \frac{S_{u_{\max}}^2}{\sum_{u=1}^n S_u^2} \leq G_{0,5;f_n;f_u}, \quad (8)$$

где:

$S_{u_{\max}}^2$ – наибольшая из дисперсий в строках плана;

$$S_u^2 = \frac{\sum_{i=1}^m [(Y_i)_u - \bar{Y}_i]^2}{m} \text{ – дисперсия, характеризующая рассеяние результатов опытов на сочетании } u \text{ уровней факторов;}$$

$G_{0,5;f_n;f_u}$ – табличное значение критерия Кохрена при 5%-ном уровне значимости;

$f_n = n$ – число независимых оценок дисперсии воспроизводимости процесса;

n – число параллельных опытов в каждой проверочной точке;

$f_u = m - 1$ – число степеней свободы каждой оценки;

$u = 1, 2, \dots, m$ – число параллельных опытов; i – количество опытов;

\bar{Y}_i – среднее значение в параллельных опытах.

Процесс считается воспроизводимым, если неравенство (8) выполняется. При этом дисперсия воспроизводимости определяется по формуле:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^n S_u^2}{n}. \quad (9)$$

Проверку адекватности уравнения регрессии проводят в каждой контрольной точке. Для этого составляют отношение:

$$t = \frac{\Delta Y \sqrt{n}}{S_y \sqrt{1 + \zeta}}, \quad (10)$$

где:

$$\Delta Y = |Y_{\text{эксн}} - Y_{\text{расч}}|;$$

$S_y = \sqrt{S_y^2}$ – среднее квадратическое отклонение;

ζ – величина, зависящая только от состава смеси.

Величину t , распределенную по закону Стьюдента, сравнивают с табличным значением

$$t_{p/2k(f)},$$

где:

p – уровень значимости;

k – число проверочных точек;

f – число степеней свободы дисперсии воспроизводимости.

Гипотеза об адекватности уравнения регрессии принимается, если $t_{\text{эксн}} < t_{\text{табл}}$ для всех контрольных точек.

Матрица плана Шеффе и условия проведения опытов для получения математической модели неполной третьей степени представлены в таблице 1.

Результаты опытов и значения дисперсий в экспериментальных точках приведены в таблице 2. В каждой точке плана Шеффе было реализовано по два параллельных опыта, среднее значение которых приведено в таблице 2.

Для дизеля Д-240 при подаче этилового спирта и воды на впуске, а рапсового масла – в камеру сгорания определены коэффициенты полиномов и получены следующие уравнения:

Таблица 1. Матрица плана Шеффе и условия опытов для получения математической модели неполной третьей степени

Table 1. Scheffe plan matrix and experimental conditions for obtaining a mathematical model of an incomplete third degree

Номер опыта	Индекс отклика	Матрица планирования			Состав смеси, %		
		x_1	x_2	x_3	<i>PM</i>	<i>B</i>	<i>ЭС</i>
1	Y_1	1	0	0	100	0	0
2	Y_2	0	1	0	50	50	0
3	Y_3	0	0	1	50	20	30
4	Y_{12}	1/2	1/2	0	75	25	0
5	Y_{13}	1/2	0	1/2	75	10	15
6	Y_{23}	0	1/2	1/2	50	35	15
7	Y_{123}	1/3	1/3	1/3	66,67	23,33	10

Примечание: *PM* – рапсовое масло; *B* – вода; *ЭС* – этанол.

Таблица 2. Результаты опытов и значения дисперсий (S_u^2) в экспериментальных точках

Table 2. Experimental results and dispersion values (S_u^2) at experimental points

Номер опыта	Индекс отклика	Параметры оптимизации (в скобках S_u^2)				
		N_e , кВт	NO_x , мг/л	CH_x , мг/л	CO , мг/л	C , мг/л
1	Y_1	54,99 (0,0121)	2,715 (0,0256)	0,1444 (0,000161)	1,6954 (0,0025)	0,2900 (0,000225)
2	Y_2	28,43 (0,0121)	1,974 (0,0144)	0,0223 (0,000046)	0,0852 (0,00057)	0,1256 (0,00151)
3	Y_3	38,90 (0,0324)	1,778 (0,0484)	0,0322 (0,00176)	0,5113 (0,00176)	0,1080 (0,00160)
4	Y_{12}	33,27 (0,0324)	1,320 (0,0841)	0,0125 (0,000025)	0,2354 (0,00193)	0,0958 (0,000566)
5	Y_{13}	45,15 (0,0361)	1,564 (0,0074)	0,0361 (0,000038)	0,4821 (0,00302)	0,1953 (0,000581)
6	Y_{23}	50,15 (0,0400)	2,013 (0,01416)	0,0335 (0,000061)	0,4238 (0,00230)	0,2081 (0,00073)
7	Y_{123}	43,32 (0,0031)	1,539 (0,0164)	0,0341 (0,000020)	0,4754 (0,00291)	0,1729 (0,00040)

Примечание: N_e – эффективная мощность; NO_x – оксид азота; CH_x – углеводород; CO – окись углерода; C – сажа.

$$N_e = 54,99x_1 + 28,43x_2 + 38,9x_3 - 7,18x_1x_3 + 65,94x_2x_3 - 11,64x_1x_2x_3 \text{ (кВт)}; \quad (11)$$

$$NO_x = 2,715x_1 + 1,974x_2 + 1,778x_3 - 4,098x_1x_2 - 2,73x_1x_3 + 0,548x_2x_3 - 2,19x_1x_2x_3 \text{ (мг/л)}; \quad (12)$$

$$CH_x = 0,1444x_1 + 0,0223x_2 + 0,0322x_3 - 0,2834x_1x_2 - 0,2088x_1x_3 + 0,0250x_2x_3 + 0,8292x_1x_2x_3 \text{ (мг/л)}; \quad (13)$$

$$CO = 1,6954x_1 + 0,0852x_2 + 0,5113x_3 - 2,6196x_1x_2 - 2,485x_1x_3 + 0,5022x_2x_3 + 6,0159x_1x_2x_3 \text{ (мг/л)}; \quad (14)$$

$$C = 0,290x_1 + 0,1256x_2 + 0,1080x_3 - 0,4480x_1x_2 - 0,0148x_1x_3 + 0,3652x_2x_3 + 0,2487x_1x_2x_3 \text{ (мг/л)}. \quad (15)$$

Результаты статического анализа и проверки адекватности полученных уравнений приведены в таблице 3. Проверка показала, что

процесс воспроизводим, а полученные уравнения неполного третьего порядка адекватны.

Зависимости свойств трехкомпонентных смесей от их состава по уравнениям (11)-(15) показаны на рисунке 1 изолиниями в барицентрических координатах треугольной диаграммы «состав – свойство».

Таблица 3. Результаты статического анализа уравнений регрессии
Table 3. Results of static analysis of regression equations

Параметры	$G_{расч}$	$G_{табл}$	S_y^2	$Y_{эксп}$	$Y_{расч}$	$ \Delta Y $	ζ	$t_{эксп}$	$t_{табл}$
N_e	0,2422	0,5612	0,02358	43,32	43,11	0,210	0,53	1,564	2,365
NO_x	0,3997	0,5612	0,0306	1,539	1,327	0,212	0,53	1,398	2,365
CH_x	0,4248	0,5612	0,000054	0,0341	0,0451	0,011	0,53	1,711	2,365
CO	0,2014	0,5612	0,00214	0,4754	0,4721	0,0033	0,53	1,000	2,365
C	0,2851	0,5612	0,00080	0,1729	0,1587	0,0142	0,53	0,574	2,365

Анализ полученных диаграмм «состав – свойство» позволяет сделать вывод о сложности протекающих в цилиндрах дизеля процессах при изменении соотношений совместно подаваемых на впуске этанола и воды, а также рапсового масла. Так, при изменении подачи этанола и воды на впуске и PM в камеру сгорания в кодовых переменных от 0 до 1 (рис. 1а) мощность дизеля меняется от 34 до 55 кВт. При этом можно отметить существенные отличия в составах смесей при получении одного и того же диапазона мощности.

Влияние подачи этанола и воды на впуске и PM в камеру сгорания на содержание окислов азота (NO_x) в отработавших газах (OG) дизеля представлено на рис. 1б). Изменение соотношения подаваемых смесей меняет содержание NO_x в OG дизеля в пределах от 1,32 до 1,95 мг/л.

При подаче этанола и воды на впуске, а PM – в камеру сгорания концентрация сажи в OG дизеля изменяется в пределах от 0,09 до 0,36 мг/л (рис. 1с).

При подаче этанола и воды на впуске и PM – в камеру сгорания содержание в OG углеводородов CH_x изменяется от 0,01 до 0,1 мг/л (рис. 1е).

Для определения оптимальных составов смесей этанола, воды и PM , подаваемых в цилиндры дизеля, и их граничных значений, обуславливающих получение наилучших показателей по всем исследуемым параметрам работы дизеля, необходимо на один симплекс нанести изолинии равного выхода, ограничивающие оптимальные участки по всем полученным диаграммам «состав – свойство».

На рисунке 2 на симплекс нанесены граничные изолинии мощностных и токсических показателей работы дизеля. По мощности нанесена область значений более 45 кВт; по NO_x – изолинии, соответствующие концентрации 1,67 и 1,74 мг/л; по саже – изолинии, соответствующие 0,21 и 0,27 мг/л; по CO – 0,35 и 0,40 мг/л; по CH_x – 0,04 и 0,05 мг/л.

Анализ совместно нанесенных на симплекс изолиний показывает, что при мощности выше 45 кВт на размеры этой области в первую очередь влияют NO_x . Повышение допустимой концентрации NO_x всего на 0,07 мг/л значительно увеличивает область получения мощности выше 45 кВт. Второй по степени жесткости наложения ограничений на получение больших мощностей, а следовательно, и составу смесей следует сажа. Область мощностей выше 45 кВт резко увеличивается при возрастании допустимой дымности OG с 0,21 до 0,27 мг/л.

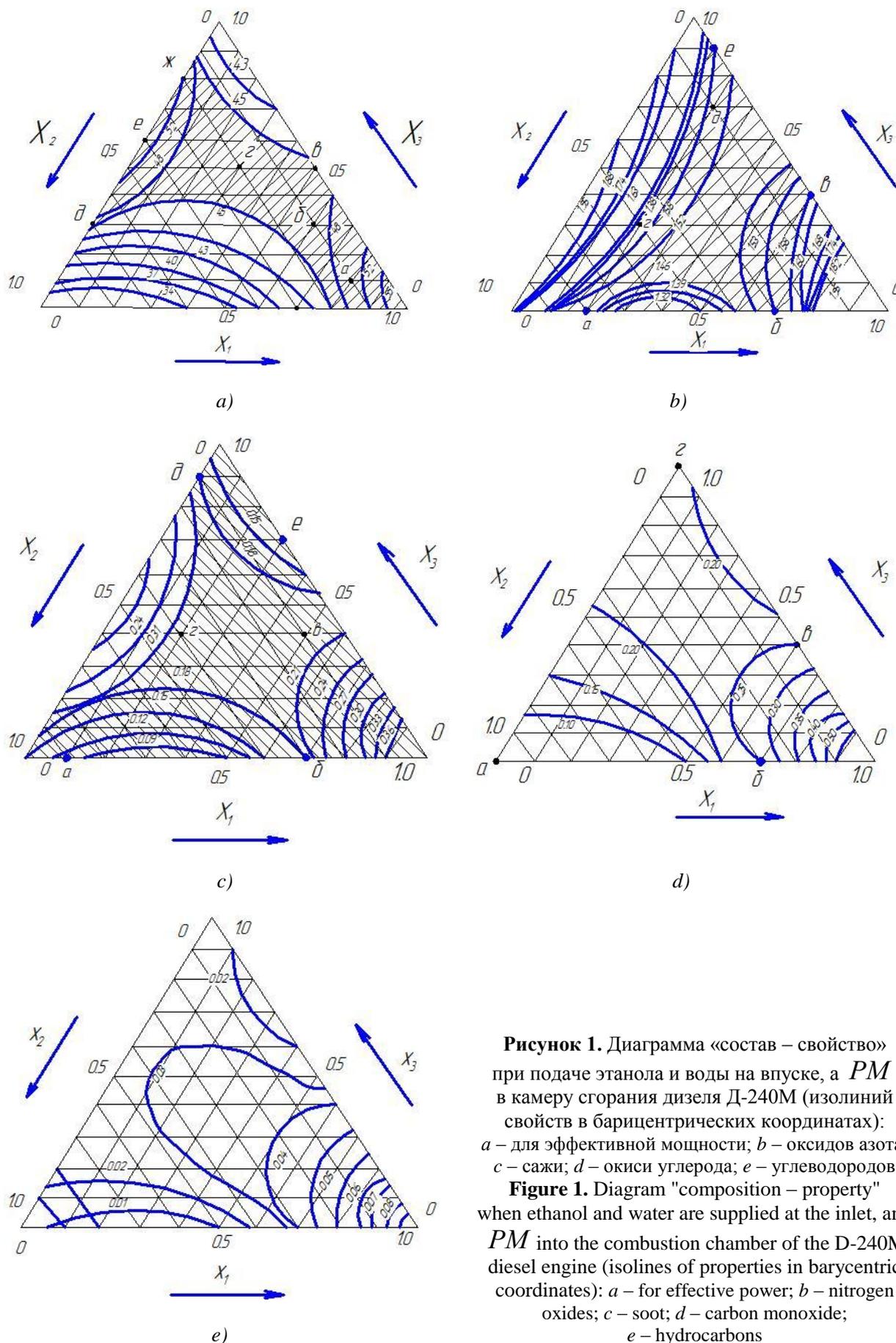


Рисунок 1. Диаграмма «состав – свойство» при подаче этанола и воды на впуск, а *PM* в камеру сгорания дизеля Д-240М (изолиний свойств в барицентрических координатах): *a* – для эффективной мощности; *b* – оксидов азота; *c* – сажи; *d* – окиси углерода; *e* – углеводородов

Figure 1. Diagram "composition – property" when ethanol and water are supplied at the inlet, and *PM* into the combustion chamber of the D-240M diesel engine (isolines of properties in barycentric coordinates): *a* – for effective power; *b* – nitrogen oxides; *c* – soot; *d* – carbon monoxide; *e* – hydrocarbons

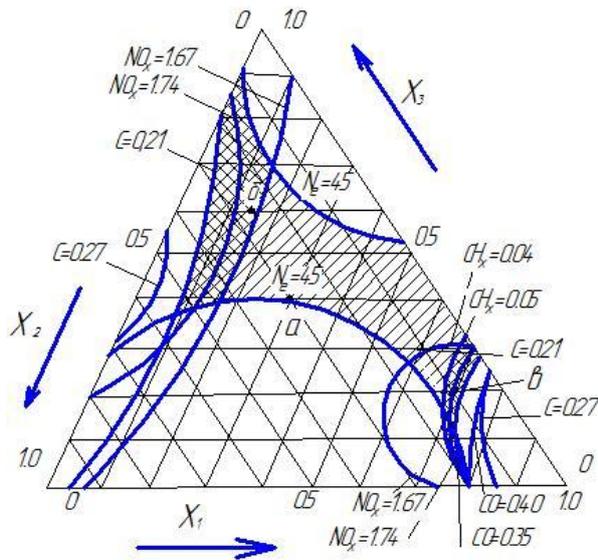


Рисунок 2. Ограничения, накладываемые по мощностным и токсическим показателям на состав смеси (в барицентрических координатах) при оптимизации подачи этанола и воды во впускной трубопровод, а *PM* в камеру сгорания дизеля Д-240М
Figure 2. Restrictions imposed on the composition of the mixture in terms of power and toxic indicators (in barycentric coordinates) when optimizing the supply of ethanol and water to the intake pipeline, and *PM* to the combustion chamber of the D-240M diesel

Меньшие ограничения на мощность дизеля накладывают требования по ограничению CO и CH_x в OG .

Выводы. 1. Планирование эксперимента с помощью симплекс-решетчатых планов Шеффе позволяет качественно решить задачу установления влияния подачи этанола, воды и *PM* на мощность и содержание в

OG дизеля основных токсичных компонентов и выбора наиболее приемлемых составов смесей.

2. С помощью полученных диаграмм состав-свойство можно прогнозировать содержание токсичных компонентов в OG и мощность дизеля в зависимости от состава композиционного биотоплива.

Список литературы

1. Девятин С. Н., Марков В. А., Коршунов Д. А. Использование смесевых биотоплив в дизелях // Сборник научных трудов по проблемам двигателестроения. Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. С. 63–68.
2. Кириллов Н. Г. Альтернативные моторные топлива XXI века // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. 2003. № 3. С. 58–63.
3. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I. [et al.] Vegetal fuel as environmentally safe alternative energy source for Diesel engines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. 663(1). 012049. doi: 10.1088/1757-899X/663/1/012049.
4. Батыров В. И., Шекихачев Ю. А. Особенности перевода дизеля на работу на смеси дизельного и биодизельного топлива // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 4(30). С. 65–69.
5. Марков В. А., Девятин С. Н., Коршунов Д. А. Работа дизелей на растительных маслах // Грузовик. 2006. № 7. С. 33–46.
6. Марков В. А., Гайворонский А. И., Девятин С. Н. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля // Автомобильная промышленность. 2006. № 2. С. 1–3.
7. Семенов В. Г. Оптимизация состава бинарного альтернативного дизельного топлива // Химия и технология топлив и масел. 2003. Т. 39. № 4. С. 29–32.
8. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И. Экономическое обоснование внутрихозяйственного производства и применение биотоплива на основе рапсового масла // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 1(31). С. 104–107.
9. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З. Использование биотоплива в качестве альтернативного источника энергии в сельском хозяйстве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 2(24). С. 100–105.

10. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Оптимизация функционирования сельскохозяйственных производственных систем // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 1(35). С. 81–89. doi: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97.

References

1. Devyatin S.N., Markov V.A., Korshunov D.A. *Ispol'zovanie smesevykh biotopliv v dizelyah. Sbornik nauchnykh trudov po problemam dvigatelestroeniya* [The use of mixed biofuels in diesel engines] *Sbornik nauchnykh trudov po problemam dvigatelestroeniya*. Moscow: MGTU im. N.E. Bauman, 2005. P. 63–68. (In Russ.)
2. Kirillov N.G. *Al'ternativnye motornye topliva XXI veka* [Alternative motor fuels of the 21st century]. *Avtogazozapravochnyj kompleksy + al'ternativnoe toplivo*. 2003;(3):58–63. (In Russ.)
3. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I. [et al.] Vegetal fuel as environmentally safe alternative energy source for Diesel engines. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. 663(1). 012049. doi: 10.1088/1757-899X/663/1/012049.
4. Batyrov V.I., Shekikhachev Yu.A. Regularities of transfer of a diesel to work on a mixture of diesel and biodiesel fuels. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;4(30):65–69. (In Russ.)
5. Markov V.A., Devyatin S.N., Korshunov D.A. The operation of diesel engines on vegetable oils. *Gruzovik*. 2006;(7):33–46. (In Russ.)
6. Markov V.A., Gajvoronskij A.I., Devyatin S.N. Rapeseed oil as an alternative diesel fuel. *Avtomobil'naya promyshlennost'*. 2006;(2) :1–3. (In Russ.)
7. Semen V.G. Optimization of the composition of binary alternative diesel fuel. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. 2003;39(4):29–32. (In Russ.)
8. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I. Economic justification of domestic production and application of biofuels based on rape seed oil. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;1(31):104–107. (In Russ.)
9. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z. Use of biofuel as the alternative energy source in agriculture. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019. № 2(24). S. 100–105. (In Russ.)
10. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A. Optimizing the functioning of agricultural production systems. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;1(35):81–89. doi: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97. (In Russ.)

Сведения об авторах

Апажев Аслан Каральбиевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1530-1950, Author ID: 261514, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

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

Батыров Владимир Исмелович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440

Болотоков Анзор Леонидович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7116-4270, Author ID: 751712, Scopus ID: 57214128830

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 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

Vladimir I. Batyrov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440

Anzor L. Bolotokov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7116-4270, Author ID: 751712, Scopus ID: 57214128830

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 25.07.2022;
одобрена после рецензирования 22.08.2022;
принята к публикации 25.08.2022.*

*The article was submitted 25.07.2022;
approved after reviewing 22.08.2022;
accepted for publication 25.08.2022.*

Научная статья

УДК 656.137

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-112-121

Совершенствование методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей

Владимир Исмелович Батыров¹, Вячеслав Барасбиевич Дзуганов²,
Тимур Муаедович Апхудов^{✉3}

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

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

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

^{✉3}aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

Аннотация. Знание эксплуатационных свойств автомобилей позволяет эффективно их эксплуатировать в различных дорожных и погодно-климатических условиях и разрабатывать оптимальную стратегию перевозки грузов с учетом их характеристик, а также поддержания эксплуатационных свойств подвижного состава, заложенных при проектировании и производстве. До настоящего времени единая классификация условий работы на автомобильном транспорте отсутствует. В связи с этим различные нормы и нормативы (с точностью $\pm 30\%$) учитывают условия эксплуатации. Отсутствие единого критерия оценки условий работы и механизированных методов их учета во многом сдерживают процесс оптимизации эксплуатационных характеристик автомобильного транспорта. Без решения этой проблемы невозможно существенно улучшить управление автомобильным транспортом и создать систему расчетных (научно обоснованных) норм и нормативов. На базе теоретических и экспериментальных исследований ранее предложенная классификация была существенно улучшена. Основное её отличие состоит в том, что в качестве единого критерия, количественно оценивающего конкретные условия эксплуатации, принята средняя техническая скорость автомобиля и предложен механизированный метод учета дорожных и транспортных условий. По этой классификации все многообразие условий работы делится на четыре класса: дорожные, транспортные, атмосферно-климатические условия и культура эксплуатации.

Ключевые слова: автомобили, дороги, режим, скорость, классификация

Для цитирования. Батыров В. И., Дзуганов В. Б., Апхудов Т. М. Совершенствование методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова, 2022. № 3(37). С. 112–121. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-112-121

Original article

Improvement of the method of classification characteristics of vehicle operating conditions

Vladimir I. Batyrov¹, Vyacheslav B. Dzuganov², Timur M. Apkhudov^{✉3}

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

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

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

^{✉3}aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

Abstract. Knowledge of the operational properties of cars allows them to be effectively operated in various road and weather-climatic conditions and to develop an optimal strategy for the transportation of goods, taking into account their characteristics, as well as maintaining the operational properties of rolling stock, laid down in the design and production. Until now, there is no unified classification of working conditions for road transport. In this regard, various norms and standards (with an accuracy of $\pm 30\%$) take into account the operating conditions. The absence of a single criterion for assessing working conditions and mechanized methods of their accounting largely hinder the process of optimizing the performance of road transport. Without solving this problem, it is impossible to improve significantly the management of road transport and create a system of calculated (scientifically based) norms and standards. On the basis of theoretical and experimental studies, the previously proposed classification was significantly improved. Its main difference is that as a single criterion that quantifies specific operating conditions, the average technical speed of the car is adopted and a mechanized method of accounting for road and transport conditions is proposed. According to this classification, the whole variety of working conditions is divided into four classes: road, transport, atmospheric-climatic conditions and culture of operation.

Keywords: cars, roads, mode, speed, classification

For citation. Batyrov V.I., Dzuganov V.B., Apkhudov T.M. Improvement of the methodology for the classification characteristics of the operating conditions of vehicles. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):112–121. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-112-121

Введение. Правильно составленная классификация глубоко вскрывает связи между изучаемыми объектами и служит основой для обобщающих выводов и прогнозов. При любой классификации очень важно выбрать наиболее существенный и важный в практическом отношении признак (критерий), который количественно и качественно характеризует исследуемые процессы.

Единая классификация условий работы на автомобильном транспорте отсутствует до настоящего времени. В связи с этим различные нормы и нормативы (порядка 30%) учитывают условия эксплуатации. Отсутствие единого критерия оценки условий работы и механизированных методов их учета во многом сдерживают процесс оптимизации эксплуатационных характеристик автомобильного транспорта. Без решения этой проблемы невозможно существенно улучшить управление автомобильным транспортом и создать систему расчетных (научно обоснованных) норм и нормативов.

В свое время ряд исследователей справедливо ставили вопрос о необходимости разработки эксплуатационной классификации условий работы автомобиля и вносили конкретные предложения по разработке такой классификации [1].

Дороги по типу и состоянию покрытий были ими разделены на пять групп и для каждой

группы устанавливались пределы изменения основных показателей работы автомобилей (производительность, себестоимость, скорость движения, пробег автомобиля до капитального ремонта, расход топлива, пробег шин).

Цель исследования – разработка научно обоснованной методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей.

Материалы, методы и объекты исследования. База исследования – единая классификация условий работы на автомобильном транспорте, средняя техническая скорость автомобиля, а также механизированный метод учета дорожных и транспортных условий, которые глубоко вскрывают связи между изучаемыми объектами и служат основой для обобщающих выводов и прогнозов.

Результаты исследования. Дороги по продольному профилю предлагается делить на три группы: дороги в равнинной, пересеченной и горной местностях.

В зависимости от сочетания дорог по типу и состоянию покрытий и продольному профилю дорожные условия были сведены в четыре группы: *A* (хорошие), *B* (удовлетворительные), *B* (плохие) и *Г* (очень плохие). В этой классификации впервые были предложены коэффициенты корректировки пробегов автомобиля до очередного технического обслуживания и капитального ремонта, изменяющиеся от 1 до 0,5.

На базе теоретических и экспериментальных исследований предлагается усовершенствовать данную классификацию. Так, в качестве единого критерия, оценивающего конкретные условия эксплуатации количественно, принимается средняя техническая скорость автомобиля и предлагается механизированный метод учета дорожных и транспортных условий.

По этой классификации все многообразие условий работы делится на четыре класса: дорожные, транспортные, атмосферно-климатические условия и культура эксплуатации.

Оценку транспортных систем (ТС) следует осуществлять по экономии общественного времени на грузоперевозках. Поэтому в качестве квалификационного признака (критерия), позволяющего количественно и качественно оценивать условия эксплуатации подвижного состава (ПС), следует принимать среднюю техническую скорость.

Скорость движения оказывает наибольшее влияние на эффективность работы автомобилей (производительность, себестоимость, безопасность движения) [2–4].

На автотранспортных предприятиях средним техническим скоростям уделяется мало внимания [5–9]. Скорость относится к числу учитываемых, но не основных показателей

работы ПС. На автомобилях до сих пор не устанавливаются приборы, позволяющие с достаточной точностью определять средние технические скорости. Они определяются только приближенно. Почти все действующие нормы и нормативы не учитывают изменения скоростей движения, хотя на самом деле они очень существенно влияют на основные показатели работы автомобилей.

Скорость – это тот слабо используемый резерв, который может значительно активизировать работу автотранспорта и компенсировать замедлившийся по ряду причин рост других параметров (коэффициент использования пробега и грузоподъемности, время в наряде и др.), которые в прежние годы оказывали решающее влияние на рост производительности и снижение себестоимости перевозок. Действующие нормативы скоростей явно не стимулируют водителей на борьбу за высокие показатели работы ПС. Есть реальная возможность в каждом крупном населённом пункте повысить скорость автомобилей в среднем на 20%. Это позволит примерно на 8-10% снизить себестоимость перевозок, на 18-20% повысить производительность автомобилей и на 12-15% увеличить срок службы двигателей [10–15].

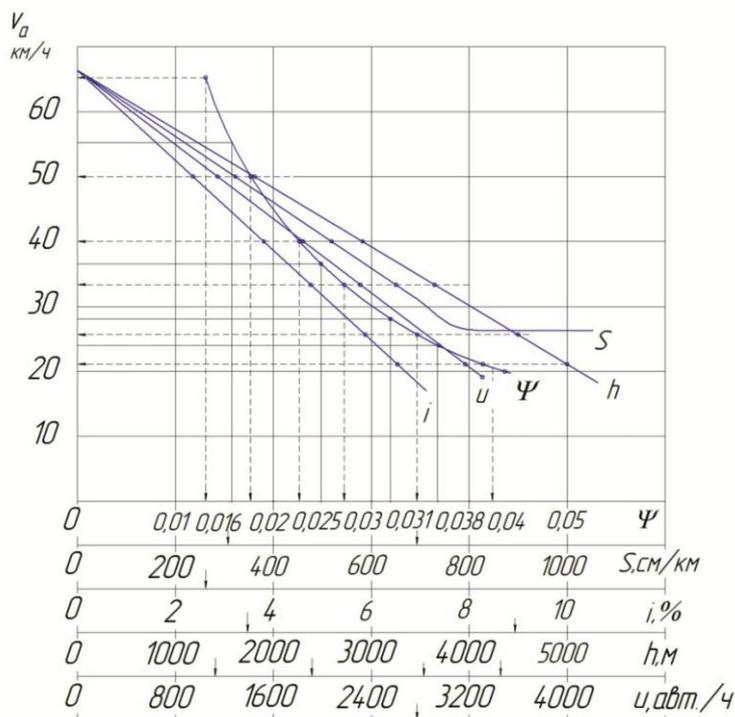


Рисунок 1. Влияние дорожных условий на скорость движения грузового автомобиля
 Figure 1. Effect of road conditions on truck speed

На рисунке 1 показано влияние суммарного сопротивления дороги ψ , степени ровности покрытий дорог S , продольного уклона дороги i , высоты над уровнем моря h и интенсивности движения автомобилей u на скорость движения расчетного грузового автомобиля ($V_{\max} = 90$ км/ч).

Расчетные формулы для вычисления средних технических скоростей приведены в таблице 1.

Из рисунка 1 видно, что скорость движения в зависимости от суммарного дорожного сопротивления и других параметров, характеризующих условия работы автомобиля, изменяется в пределах 65-20 км/ч. Скорость в зависимости от ψ изменяется по закону гиперболы. Эту кривую можно рассматривать как огибающую кривые характеристики динамического фактора на разных передачах.

Определенным величинам скоростей соответствуют конкретные значения ψ, S, i, h, u .

Таблица 1. К расчету средних технических скоростей движения автомобиля
Table 1. To the calculation of the average technical speeds of the car

Расчетные формулы, взятые из литературных источников	Обозначения переменных
1. $V_a(\psi) \approx 0,9/\psi$	ψ – суммарное дорожное сопротивление
2. $V_a(S) \approx 65 - 0,05S$ при $S \leq 700$ см/км; $V_a(S) \approx (25...27)S$ км/час при $S > 700$ см/км	S – степень ровности дороги по толчкомеру, см/км
3. $V_a(i, h) = 65 - 6,7i - 0,008h$	i – средний продольный уклон дороги, %; h – высота над уровнем моря, м
4. $V_a(u) = 65 - 0,013u$	u – интенсивность движения автомобилей, авт./ч

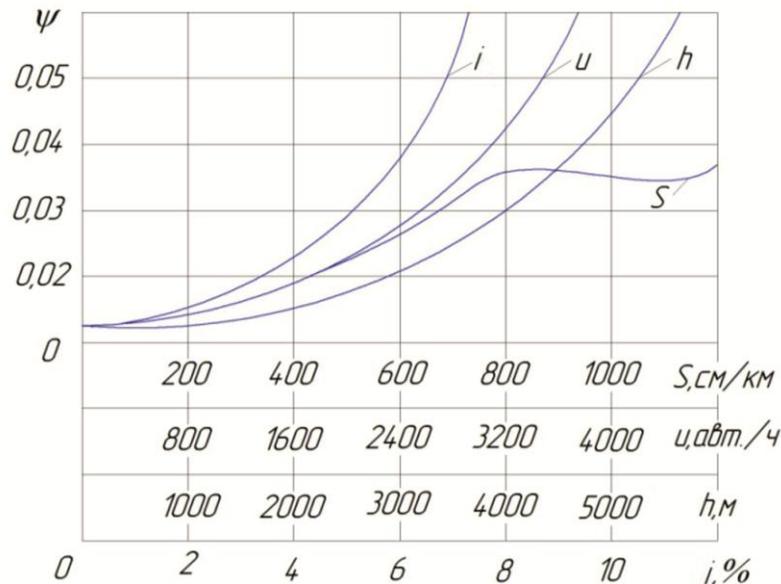


Рисунок 2. Взаимосвязь суммарного сопротивления качению с другими параметрами дорожных условий ψ в зависимости от S, i, h, u при равноценных скоростях движения
Figure 2. The relationship of the total rolling resistance with other parameters of road conditions ψ depending on S, i, h, u at equal speeds

Если воспользоваться расчетными формулами из таблицы 1, то нетрудно получить выражения, с помощью которых можно опреде-

лить значения ψ в зависимости от S, i, h, u . Если принять равноценные скорости, то

$$V_a(\psi) = V_a(S) = V_a(i, h) = V_a(u).$$

Например, если

$$0,01V_a/\psi = 65 - 0,013u,$$

то

$$\psi = 0,01V_a/(65 - 0,013u).$$

На рисунке 1 представлены кривые изменения. Например, при $V_a = 30$ км/ч ($\psi = 0,03$), $S = 700$ см/км, $i = 5,2\%$, $h = 4020$ и $u = 2690$ авт/ч. Кривые, приведённые на рисунках 1 и 2, могут использоваться при разработке

единой классификации условий работы автомобилей по пределам изменения скоростей движения.

Дорожные условия характеризуются тремя классификационными признаками и делятся на 14 подклассов (табл. 2). По высоте над уровнем моря дорожные условия делятся на горы низкие (Γ_1), расположенные на высоте до 1700 м, горы средние (Γ_2) – на высоте до 2900 м, горы высокие (Γ_3) – на высоте до 3700 м и горы очень высокие (Γ_4) – на высоте до 4500 м.

Таблица 2. Классификационные характеристики дорожно-транспортных условий
Table 2. Classification characteristics of traffic conditions

Условия работы	Классификационный признак	Название подклассов	Обозначение подклассов	Пределы изменения параметров	Пределы изменения скоростей (при $V_{\max} = 90$ км/ч)	Относительные коэффициенты изменения скоростей
Дорожные (D)	Высота над уровнем моря h , м	Горы низкие	Γ_1	0-1700	63-50	1-0,8
		Горы средние	Γ_2	1700-2900	50-40	0,8-0,63
		Горы высокие	Γ_3	2900-3700	40-32	0,63-0,50
		Горы очень высокие	Γ_4	3700-4500 и >	32-26	0,50-0,41
	Продольный профиль (рельеф местности), i	Равнинные	P	0-2,2	63-50	1-0,8
		Волнистые	B	2,2-3,7	50-40	0,8-0,63
		Холмистые	X	3,7-4,9	40-32	0,63-0,50
		Низкогорье (предгорье)	H	4,9-5,8	32-26	0,50-0,41
		Перевальные	Π	5,8-6,5 и >	26-21 и <	0,41-0,33 и <
	Тип и состояние покрытия ψ, S	Отличные	o	0,014-0,018	63-50	1-0,8
		Хорошие	x	0,018-0,022	50-40	0,8-0,63
		Удовлетворительные	y	0,022-0,028	40-32	0,63-0,50
		Плохие	n	0,028-0,034	32-26	0,50-0,41
		Бездорожье	b	0,034-0,042 и >	26-21 и <	0,41-0,33 и <
	Транспортные (T)	Интенсивность движения u , авт/ч	Лёгкие	l	0-1100	63-50
Средние			c	1100-1900	50-40	0,8-0,63
Затруднительные			z	1900-2500	40-32	0,63-0,50
Тяжёлые			t	2500-3000	32-26	0,50-0,41
Критические			k	3000-3400 и >	26-21 и <	0,41-0,33 и <

По продольному профилю дорожные условия делятся на: равнинные (P) с математическим ожиданием уклонов до 2,2%, волнистые (B) – с уклоном до 3,7%, холмистые

(X) – с уклоном до 4,9%, низкогорье (H) или предгорье – с уклонами до 5,8%, перевальные (Π) – с уклонами до 6,5% и более. К перевальным относятся дороги, проходя-

щие через высокогорные перевальные участки, у которых разности уровней достигают значительных величин. Предельно допускаемые уклоны могут быть 15%.

По типу и состоянию покрытий дорожные условия также делятся на 5 подклассов. К отличным дорогам (*o*) относятся дороги с цементобетонными и асфальтобетонными покрытиями и покрытиями из щебня и гравия, обработанные вяжущими материалами. Коэффициент сопротивления качению 0,014-0,018, степень ровности по толчкомеру 0-300 см/км.

К хорошим дорогам (*x*) относятся дороги с асфальто- и цементобетонным покрытиями в удовлетворительном состоянии, с гравийным и щебеночным покрытиями и булыжной мостовой в хорошем состоянии. Коэффициент сопротивления качению 0,018-0,022, степень ровности по толчкомеру 300-500 см/км.

К удовлетворительным дорогам (*y*) относятся дороги с гравийным покрытием и каменная мостовая в удовлетворительном состоянии, грунтовая дорога сухая укатанная. Коэффициент сопротивления качению 0,022-0,028, степень ровности по толчкомеру 500-660 см/км.

К плохим дорогам (*n*) относятся грунтовые дороги в сухом состоянии с неровностями и колеями. Коэффициент сопротивления качению 0,028-0,034, степень ровности по толчкомеру более 660 см/км.

К бездорожью (*b*) относятся грунтовые дороги после дождя, песчаные дороги в карьерах и на труднопроходимых участках, перевозка по целине или взрыхленному полю. Коэффициент сопротивления качению 0,034-0,042 и более.

Транспортные условия также делятся на пять подклассов: легкие (*л*) с интенсивностью движения 0-1100 авт/ч, средние (*с*) – 1100-1900, затруднительные (*з*) – 1900-2500, тяжелые (*т*) – 2500-3000, критические (*к*) – 3000-3400 авт/ч и более. В последнем случае на дороге образуются заторы, скорость снижается до минимума и движение автомобилей прекращается.

Могут быть различные сочетания условий работы. В каждом возможном сочетании выбирается наименьшее значение относительных коэффициентов изменения скорости. Эти коэффициенты и определяют группу ус-

ловий работы. Пределы изменения скоростей для каждой группы определяются умножением приведенных коэффициентов на наибольшую допустимую (крейсерскую) скорость движения, равную для одиночного автомобиля $\sim 0,7V_{max}$, а для автомобиля с прицепом или полуприцепом $\sim 0,65V_{max}$. Зная V_{max} для любого автомобиля, можно определить пределы изменения скоростей для конкретных условий работы. Для конструкций старых (с низкими динамическими качествами) автомобилей семейства ГАЗ и ЗИЛ ($V_{max} \approx 70$ км/ч) пределы изменения скоростей будут примерно на 22% меньше, чем для ЗИЛ-4301. В настоящее время при начислении заработной платы водителей, работающих на загородных дорогах, установлены следующие скорости: для 1-й группы – 49 км/ч, для 2-й – 37 км/ч и для 3-й (естественные дороги) – 28 км/ч. Эти нормы не дифференцированы по маркам автомобилей. Для городов установлены для всех автомобилей практически одинаковые скорости – 24-25 км/ч.

Атмосферно-климатические условия классифицируются по ГОСТ 16350-80. В несколько упрощенном виде основные параметры этой классификации приведены в таблице 3.

Таблица 3. Классификация атмосферно-климатических условий

Table 3. Classification of atmospheric and climatic conditions

Климатический район		Среднемесячная температура воздуха, °С	
название	обозначение	январь	июль
Холодный	I	-50...-14	0...13
Умеренный	II	-14... -5	13...21
Умеренно-теплый, теплый влажный	III	-5... 0	21...25
Жаркий	IV	0...6	28 и выше

При климатическом районировании учитываются температура и влажность воздуха, которые оказывают значительное влияние на промышленные изделия и материалы. Среднемесячные температуры указаны для наи-

более холодного (январь) и наиболее теплого (июль) месяцев. Атмосферно-климатические условия условно обозначены буквой *A*.

Уровень культуры эксплуатации автомобилей делится на три группы: высокий – *в*, удовлетворительный – *у*, низкий – *н*, и определяется показателем качества работы, который является произведением времени в наряде, коэффициента выпуска автомобилей и коэффициентов использования пробега и грузоподъемности ($T_n, \alpha_v, \beta, \gamma$). Для высокого уровня культуры этот показатель равен 5-7, для удовлетворительного – 3-5 и низкого – 1-3. Культуру эксплуатации можно обозначить буквой *K*.

С помощью введенных обозначений любые сочетания дорожных (*D*), транспортных (*T*), атмосферно-климатических условий (*A*) и уровня культуры эксплуатации (*K*) можно представить в виде буквенного кода. Например, дорожные условия можно записать так:

$D - \Gamma_1 - B - n$ (высота над уровнем моря до 1700 м, профиль волнистый, плохое состояние покрытия, наименьший относительный коэффициент изменения скорости – 0,50-0,41); транспортные – $T - л, T - с, T - з, T - т, T - к$; атмосферно-климатические – $A - I, A - II, A - III, A - IV$; культура эксплуатации – $K - в, K - у, K - н$.

Конкретный вариант сочетания условий работы автомобилей можно, например, записать так $D - \Gamma_1, X - у, T - л, A - II, K - в$.

Все основные показатели работы грузовых автомобилей существенно зависят от условий эксплуатации. В таблице 4 приведены коэффициенты, показывающие изменение этих показателей для разных условий по сравнению с условиями 1-й группы (коэффициенты округлены).

Таблица 4. Сравнительные (с 1-й группой) коэффициенты изменения условий эксплуатации
Table 4. Comparative (with the first group) factors of change in operating conditions

Группа условий эксплуатации	Скорость автомобиля	Производительность автомобиля	Себестоимость перевозок	Пробег до капитального ремонта	Расход топлива	Периодичность технических воздействий
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,80	0,85	1,30	0,90	1,13	0,90
3	0,64	0,75	1,60	0,75	1,33	0,75
4	0,51	0,70	1,90	0,60	1,59	0,60
5	0,41 и менее	0,65	2,20	0,50	1,97 и более	0,50

Выводы. Внедрение в практику авто-транспортных предприятий единой классификации условий работы автомобилей будет способствовать повышению общего уровня культуры их эксплуатации и упорядочению разработки различных норм и нормативов.

В связи с появлением практической необходимости в установлении единой клас-

сификации условий работы автомобилей назрела потребность в разработке специальных приборов, которые, подобно спидометру, фиксировали бы в виде конкретных количественных показателей дорожные, транспортные и другие условия работы автомобилей.

Список литературы

1. Говорущенко Н. Я. Об учете дорожных условий при междугородных перевозках грузов // В кн.: Междугородные перевозки грузов автомобильным транспортом. Труды МИЭИ. 1963. Вып. XX. С. 54–62.
2. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А. Оптимизация функционирования сельскохозяйственных производственных систем // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 1(35). С. 81–89. doi: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-90-97.

3. Батыров В. И., Шекихачев Ю. А. Особенности протекания рабочего процесса дизеля в условиях высокогорья Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 117–121.
4. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З., Болотоков А. Л. Экологические требования к автотранспортным средствам // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 4(26). С. 75–80.
5. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I. [et al.] Influence of non-uniformity of fuel supply parameters on diesel engine performance // Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1679(4), 042063. doi: 10.1088/1742-6596/1679/4/042063.
6. Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z. [et al.] Prediction of service life of auto-tractor engine parts // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 862(3), 032001.
7. Shekikhachev Y.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M. [et al.] Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines // Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1515(4), 042029. doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.
8. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Резервы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 80–84.
9. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Конструктивно-технологические факторы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 111–116.
10. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Эксплуатационные факторы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 85–92.
11. Губжоков Х. Л., Болотоков А. Л. Влияние Оптимизации параметров топливopодачи на экономическую эффективность дизеля // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 110–115.
12. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Карданов Х. Б. Методика установления предельного состояния распылителей форсунок тракторных дизелей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2018. № 1(19). С. 55–60.
13. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З. Исследование влияния параметров распылителя форсунки на динамические показатели дизельных двигателей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 114–118.
14. Батыров В. И., Шекихачев Ю. А. Критерии оценки качества функционирования топливной аппаратуры // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 99–103.
15. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И. Характерные неисправности топливopодкачивающих насосов в процессе эксплуатации // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 102–107.

References

1. Govorushchenko N.Ya. *Ob uchete dorozhnykh uslovij pri mezhdugorodnykh perevozkah gruzov* [On the accounting of road conditions for intercity transportation of goods]. *V kn.: Mezhdugorodnye perevozki gruzov avtomobil'nykh transportom. Trudi MIEI*. 1963. Vyp. XX. P. 54–62. (In Russ.)
2. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A. Optimization of the functioning of agricultural production systems. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;1(35):81–89. doi: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-81-89. (In Russ.)
3. Batyrov V.I., Shekikhachev Yu.A. Peculiarities of diesel engine working process in high-mountain conditions of Kabardino-Balkarian republic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2(28):117–121. (In Russ.)
4. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L. Environmental requirements for motor vehicles. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;4(26):75–80. (In Russ.)
5. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I. [et al.] Influence of non-uniformity of fuel supply parameters on diesel engine performance. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020. 1679(4). 042063. doi: 10.1088/1742-6596/1679/4/042063.

6. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z. [et al.] Prediction of service life of auto-tractor engine parts. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020/ 862(3)/ 032001.
7. Shekikhachev Yu.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M. [et al.] Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. 1515(4). 042029. doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.
8. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Fuel and lubricants economy reserves. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):80–84. (In Russ.)
9. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Constructive - technological factors of economy of fuel lubricants. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2(28):111–116. (In Russ.)
10. Balkarov R. A., Chechenov M. M., Sabanchieva F. R. Fuel and lubricant savings operating factors. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):85–92. (In Russ.)
11. Gubzhokov H. L., Bolotokov A. L. Influence of optimization of fuel supply parameters on the economic efficiency of a diesel. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):110–115. (In Russ.)
12. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Kardanov H.B. Technique of establishment of the limit condition of sprays of nozzles of tractor diesels. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2018;1(19):55–60. (In Russ.)
13. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekihacheva L.Z. Research of influence of parameters of the spray of the nozzle on dynamic indicators of diesel engines. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):114–118. (In Russ.)
14. Batyrov V. I., Shekihachev Yu. A. Fuel equipment quality assessment criteria. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):99–103. (In Russ.)
15. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I. Characteristic faults of fuel supply pumps during operation. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):102–107. (In Russ.)

Сведения об авторах

Батыров Владимир Исмелович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440

Дзуганов Вячеслав Барасбиевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры механизации сельского хозяйства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 3358-4604, Author ID: 754479, Scopus ID: 57219486929

Апхудов Тимур Муаедович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7421-4358, Author ID: 261675, Scopus ID: 57219057974

Information about the authors

Vladimir I. Batyrov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Author ID: 270325, Scopus ID: 57214136440

Vyacheslav B. Dzuganov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Agricultural Mechanization, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 3358-4604, Author ID: 754479, Scopus ID: 57219486929

Timur M. Apkhudov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Maintenance and Repair of Machines in the Agroindustrial Complex, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7421-4358, Author ID: 261675, Scopus ID: 57219057974

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 30.07.2022;
одобрена после рецензирования 22.08.2022;
принята к публикации 25.08.2022.*

*The article was submitted 30.07.2022;
approved after reviewing 22.08.2022;
accepted for publication 25.08.2022.*

Научная статья

УДК 631.331

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-122-129

Катушечный высевающий аппарат зерновой сеялки и факторы, влияющие на высеv заданных норм

Алий Халисович Габаев^{✉1}, Владислав Хасенович Мишхожев²

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

^{✉1}alii_gabaev@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

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

Аннотация. В общем комплексе технологических операций и приемов при возделывании зерновых культур очень важное значение имеет посев. Известно, что урожай сельскохозяйственных культур на 25-30% зависит от качества посева. Основная цель посева заключается в обеспечении условий прорастания семян, и в дальнейшем развития растений, которые в основном зависят от оптимального сочетания трех факторов: водно-воздушного, воздушного и теплового. Учитывая широкое распространение рядового посева, исследование процесса посева семян катушечными высевающими аппаратами является весьма актуальной задачей. Судить о равномерности посева семян только по равномерности зерновой струи, выходящей из аппарата, недостаточно, ибо при перемещении по семяпроводу и сошниковой трубке семена несколько изменяют взаимное положение. Влияние семяпровода сказывается в сторону выравнивания струи, если она из выбрасывающего аппарата выходит неравномерно. Но в том и в другом случае необходимо располагать каким-либо критерием для суждения о равномерности зерновой струи, выходящей как из аппарата непосредственно, так и из сошника. В данной статье рассмотрены факторы, влияющие на равномерность заданных норм семенного материала катушечными высевающими аппаратами, изученные в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Механизация сельского хозяйства» Кабардино-Балкарского ГАУ. Определение этих факторов позволяет выявить основные закономерности движения и падения семян, скорости семян, необходимые для решения проблемы выбора основных конструктивных параметров высевающего аппарата, семяпровода, распределителя семян. Выбрасывать сыпучий материал можно непрерывной струей или прерывно, то есть большими или малыми порциями или отдельными зернами. Наибольшее распространение получил выбранный нами катушечный высевающий аппарат со сдвигаемой катушкой. ГОСТом предусмотрен выпуск нескольких видов (размеров) аппаратов для посева семян зерновых и мелких семян трав. Вращающаяся желобчатая катушка захватывает и выбрасывает из аппарата не только семена, находящиеся в желобках, но также семена, лежащие вблизи, увлекаемая их за счет сил трения. В статье представлены результаты исследования равномерности посева катушечными высевающими аппаратами при посеве заданных норм.

Ключевые слова: высевающий аппарат, катушка, сошник, зерно, семенной материал, объемный вес, сыпучесть, урожай, норма посева

Для цитирования. Габаев А. Х., Мишхожев В. Х. Катушечный высевающий аппарат зерновой сеялки и факторы, влияющие на высеv заданных норм // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. №3(37). С. 122–129. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-122-129

Original article

Reel seeding unit of a grain seeder and factors affecting seeding of set rates

Aliy Kh. Gabaev^{✉1}, Vladislav Kh. Mishkhozhev²

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

^{✉1}alii_gabaev@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

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

Abstract. Sowing is very important in the general complex of technological operations and methods in the cultivation of grain crops. It is known that the yield of agricultural crops by 25-30% depends on the quality of sowing. The main purpose of sowing is to provide optimal conditions for seed germination, and further development of plants, which mainly depend on the optimal combination of three factors: water-air, air and heat. The study of the process of sowing seeds with reel sowing machines is a very urgent task considering the widespread use of row sowing. It is not enough to judge the uniformity of sowing seeds only by the uniformity of the grain stream leaving the apparatus, because when moving along the seed tube and the coulter tube, the seeds somewhat change their relative position. The influence of the seed tube affects the alignment of the jet, if it comes out unevenly from the ejector. But in both cases, it is necessary to have some criterion for judging the uniformity of the grain streams coming out of the apparatus directly and from the coulter. This article discusses the factors influencing the uniformity of the given norms of seed material by coil sowing machines, carried out in the research laboratory of the Department of Agricultural Mechanization of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University. The determination of these factors makes it possible to identify the main patterns of movement and fall of seeds, the speed of seeds necessary to solve the problem of choosing the main design parameters of the sowing machine, seed tube, seed distributor. Bulk material can be thrown out in a continuous stream or discontinuously, that is, in large or small portions or individual grains. The reel metering unit with a shiftable reel, which we have chosen, has received the greatest distribution. GOST provides for the production of several types (sizes) of devices for sowing grain seeds and small grass seeds. The rotating grooved coil captures and ejects from the device not only the seeds located in the grooves, but also the seeds lying nearby, entraining them due to friction forces. The article presents the results of a study of the uniformity of sowing by coil sowing machines when sowing given norms.

Keywords: sowing machine, reel, coulter, grain, seed material, bulk density, swelling, yield, seeding rate

For citation. Mishkhozhev V.Kh., Gabaev A.Kh. Coil sowing machine of a grain seeder and factors influencing the sowing of given rates. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):122–129. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-122-129

Введение. Посев семян различных сельскохозяйственных культур на полях сельскохозяйственных предприятий в различных климатических зонах страны производится тремя основными типами сеялок – разбросными, рядовыми и гнездовыми. Для посева семян зерновых культур наиболее широко применяется рядовой посев. Это обусловлено не только повышением урожая, но и экономией дорогостоящего посевного материала. Кроме того облегчается в последующем уход за посевами. Учитывая широкое распространение рядового посева, исследование процесса высева семян катушечными высевающими аппаратами является весьма актуальной задачей. Подготовленный семенной материал загружается в бункер, из которого семена поступают в семенную коробку высевающего аппарата, из нее в определенном количестве забираются катушкой того или иного вида и направляются в воронку семяпровода, далее – через семяпровод в раструб сошника и укладываются в борозду, образованную последним.

По своим механическим свойствам – форме, весу и размерам отдельных зерен, объемному весу, сыпучести – семенной материал оказывается весьма различным, зависящим не только от культуры, но и от вида, сорта и даже от года и места сбора урожая, от способа и качества очистки и сортирования семян.

Наряду с этим каждый из видов культурных растений требует для своего произрастания различного пространства, а следовательно, и различного количества для засева единицы площади поля [1].

Если, например, отметить главные механические свойства таких важных культур, как зерновые хлеба, хлопок, кукуруза, то можно заметить резкую разницу по объемному весу, среднему весу 1000 зерен, размерам, а также нормам высева, и тогда вопрос об устройстве аппарата, одинаково пригодного для высева таких семян, естественно, отпадает. Практика решает задачу сева устройством специальных отличных по

конструкции, а часто и способу действия выбрасывающих аппаратов [2].

Цель работы заключается в оценке неравномерности подачи семян зерновых культур и определении факторов влияющих на равномерность при высеве заданных норм высевальными аппаратами экспериментальной зерновой сеялки.

Материалы, методы и объекты исследования. Важным фактором, влияющим на высева заданных норм, является равномерность высева семян.

Следует отметить, что методика расчета количества и равномерности высева семян катушечными высевальными аппаратами известна. Необходимым условием для высококачественного посева является правильная установка высевальных аппаратов машины, при которой каждый аппарат высевает одинаковое количество семян. Работа данного высевального аппарата на общем фоне процесса высева семян достаточно глубоко изучена и не влияет на дальнейшее формирование потока семян. Однако, начиная с момента выброса семян из желобка катушки характер падения семян в ячейку семяпровода, движения семян в семяпроводе, а также скорость поступления семян на конусный рассекатель полностью влияет на закономерность распределения семян и скатывания их на дно сформированных бороздок. Поэтому выявление этих факторов имеет существенное значение при конструировании и создании нового высевального аппарата.

При рассмотрении процесса движения зерна важны основные факторы, влияющие на изменение характера движения семян, начиная с семенного ящика вплоть до скатывания их по стенкам бороздки на дно и защемления (заделки) в почву.

Определение этих факторов позволяет выявить основные закономерности движения и падения семян, величину скорости семян, необходимую для решения проблемы выбора основных конструктивных параметров высевального аппарата, семяпровода, распределителя семян, разбрасывателя, формы и размеров бороздок, образуемых посевной машиной.

В выбранной нами конструктивной схеме сеялки высева семян из семенного ящика осуществляется катушечным высевальным

аппаратом, который достаточно изучен и обеспечивает удовлетворительное качество и равномерность высева семян. Однако для исследования конструкции разбрасывателя следует рассмотреть характер и потенциал высева семян и по ходу исследования найти необходимые конструктивные решения с параметрами новой посевной машины.

Выбрасывать сыпучий материал можно непрерывной струей или прерывно, то есть большими или малыми порциями или отдельными зернами. Наибольшее распространение получил выбранный нами катушечный высевальный аппарат со сдвигаемой катушкой. ГОСТом предусмотрен выпуск нескольких видов (размеров) аппаратов для высева семян зерновых и мелких семян трав. Вращающаяся желобчатая катушка захватывает и выбрасывает из аппарата семена, находящиеся в желобках, а также семена, лежащие вблизи, увлекая их за счет сил трения. Высевальный аппарат, снабженный подвижным дном, позволяет устанавливать расстояние, приближая либо отдаляя его относительно катушки в зависимости от высеваемых семян, для более крупных семян, промежутков между дном высевального аппарата и катушкой увеличивается, для более мелких семян, соответственно, этот промежуток уменьшается. Подвижное дно высевального аппарата снабжается предохранительной пружиной, позволяющей ему опускаться и пропускать семена в том случае, если по какой-либо причине в наиболее узком пространстве между дном и катушкой образовался затор, благодаря этому семена также предохраняются от повреждения.

Выходное окно, через которое семенной материал из семенного ящика перетекает в семенную коробку высевального аппарата, располагается в боковой стенке семенного ящика.

Значения основных конструктивных параметров высевального аппарата, такие как пространство между катушкой и дном семенной коробки, длина дна в коробке, охватывающего катушку, в полной мере еще не выявлено, однако результаты исследований показывают, что при увеличении уклона на 15° при одинаковой скорости движения агрегата количество высеваемого семенного материала увеличивается. Аналогичный ха-

рактиктер носит изменение количества высеваемого материала при изменении угла охвата катушки дном семенной коробки, то есть если дно укорочено, тем самым уменьшен угол охвата им катушки, количество высеянных семян растёт.

Подводящее отверстие семенного ящика должно иметь такие параметры, чтобы семенной материал без заторов и гарантированно мог заполнить семенную коробку, попадая непосредственно на катушку, располагаясь при этом в семенной коробке под углом естественного откоса в направлении от входного отверстия.

Для установки сеялки на высев заданной нормы семян на единицу площади поля необходимо прежде всего учитывать ее рабочую ширину захвата. Так как высев семян происходит рядами, то за один проход сеялка обрабатывает полосу, шириной равной сумме расстояний между крайними сошниками и половин двух соседних междурядий. Отсюда вытекает, что если обозначить через a ширину междурядья, а через N – число сошников, то рабочая ширина сеялки B составит:

$$B = (N - 1)a + 2\frac{a}{2} = aN.$$

Для нашей экспериментальной сеялки с двадцатью четырьмя сошниками при ширине междурядья 15 см рабочая ширина захвата соответственно составит 3,6 м.

Если требуется высеять M кг семенного материала на 1 га, при рабочей ширине захвата сеялки равной $B=a \cdot N$ и диаметре ходовых колес D м, за один оборот ходового колеса сеялка будет засеивать площадь $\pi DB = \pi DaN$.

Отсюда определяем число оборотов колеса сеялки для засева 1 га (10000 м²):

$$\frac{10000}{\pi DaN}.$$

Количество же семян, которое будет высеиваться за один оборот колеса сеялки при норме высева M кг/га, составит:

$$m = \frac{M\pi DaN}{10000}$$

Пользуясь приведенными выражениями для экспериментальной сеялки, диаметр ко-

леса которой равен 1,2 м, при норме высева 150 кг/га получим $m=0,204$ кг.

Ввиду незначительности полученного количества установку ведем не на один оборот колеса, а на 15 оборотов. В таком случае требуемое количество семян при заданной норме составит $m=3,06$ кг. Определив эту величину, устанавливаем экспериментальную сеялку на ровной поверхности на подставках, чтобы опорные колеса могли свободно вращаться, заправляем семенные ящики семенами, которыми собираемся производить посев, ищем положение установочного рычага, при котором за 15 оборотов колеса высеивается расчетное количество 3,06 кг семенного материала. На экспериментальной сеялке имеются рычаги для регулировки высева отдельно для каждой половины высеивающих аппаратов. Поэтому проверку ведем для каждой половины сеялки отдельно на расчетное количество семян, равное 0,5 т.

Результаты исследования. Проанализировав агротехнические требования к нормам высева, можно сделать вывод, что основные хлеба высеиваются в зависимости от района и сорта в пределах от 60 до 150 кг на гектар, в некоторых случаях приходится доходить и до 170 кг на гектар.

В зависимости от величины междурядья a (см) количество семян, распределяемых рядовой сеялкой на каждом погонном метре отдельной борозды, будет меняться для заданной нормы высева в прямом отношении [3, 4].

Ходовые размеры междурядья для дисковых сеялок обычно определяются величиной $a = 15$ см, для сеялок с анкерными сошниками эта величина устанавливается от 10 до 12 см. Узкорядный метод сева требует 6,5-7,5 см.

Обозначив через m_1 количество (в граммах) семян, высеиваемых на один метр бороздки, при норме высева M кг/га при ширине междурядья a см, можно определить, что

$$m_1 = \frac{Ma}{1000} \text{ (г/м)}, \quad (1)$$

то есть величина m_1 возрастает как с увеличением нормы M , так и с увеличением междурядья a .

Обозначим средний вес 1000 зерен δ , в этом случае среднее число семян, высеиваемое на каждый метр ряда, будет

$$\mu_1 = \frac{Ma \text{ шт. зерен}}{\delta \text{ на 1 м}}. \quad (2)$$

Анализируя выражение (2), можно сделать вывод, что чем шуплее семена, тем больше их (по количеству) необходимо высеивать, чтобы соответствовать заданной агротехнической норме высева и междурядью.

Отсюда следует, что если использовать хорошие семена пшеницы со средним индивидуальным весом $\delta=35$ г на 1000 зерен и норму $M=150$ кг/га, то для междурядья $a=15$ см получим следующее значение количества пшеницы, в среднем распределяемое на погонном метре отдельного ряда:

$$m_1 = \frac{150 \cdot 15}{1000} = \frac{2,25 \text{ ц}}{\text{м}};$$

$$\mu_1 = \frac{150 \cdot 15}{35} = 64 \text{ шт. зерен пшеницы на 1 м.}$$

Соответственно, для узкорядного посева с шириной междурядья 7,5 см на одном погонном метре борозды зерен пшеницы будет 32 штуки, что обеспечит лучшее распределение семян по площади питания.

Выбрасывание семян у зерновых сеялок осуществляется преимущественно высеивающими аппаратами с желобчатыми катушками или ячеистыми дисками, равномерно вращающимися при помощи зубчатой передачи от опорных колес зерновой сеялки [5].

Если диаметр опорных колес зерновой сеялки обозначим D и передаточное число от оси опорного колеса на валик высеивающих аппаратов – i , т. е.

$$i = \frac{n_g}{n_{\text{кол}}}, \quad (3)$$

где:

n_g – число оборотов вала высеивающих аппаратов;

$n_{\text{кол}}$ – число оборотов опорного колеса сеялки.

Таким образом, легко определить количество зерен, проходящих при одном обороте катушки высеивающего аппарата. На самом деле при одном обороте опорного колеса се-

ялки она передвинется на πD м, и каждая катушка выбросит $m_1 \pi D$ грамм или $\mu_1 \pi D$ штук зерен. При этом сама катушка сделает i оборота; соответственно, число семян, высеиваемых катушкой при ее одном полном обороте, будет:

$$m_0 = \frac{M_1 \pi D}{i} = \frac{Ma \pi D}{1000i}; \quad (4)$$

грамм
на 1 оборот катушки

$$\mu_0 = \frac{\mu_1 \pi D}{i} = \frac{Ma \pi D}{i \delta}; \quad (5)$$

штук зерен
на 1 оборот катушки

или сокращенно:

$$m_0 i = m_1 \pi D = M_0, \quad (6)$$

$$\mu_0 i = \mu_1 \pi D = M_0' \quad (7)$$

где:

D – диаметр опорного колеса сеялки, $D=1,2$ до $1,6$ м;

m_1 (или μ_1) – количество семян высеиваемых на один метр бороздки.

Таким образом, правую часть равенств (6) и (7) можно выразить с заданной величиной M_0 или M_0' .

Тогда искомыми величинами остаются: m_0 (или μ_0) и i . Для определения этих величин зададимся дополнительным условием, которое связано с конструкцией высеивающего аппарата.

Обозначим объемный вес семян γ , то есть вес 1 дм^3 в килограммах или вес 1 см^3 в граммах, отношение $\frac{M_0}{\gamma} = V_0$ будет представлять собой объем, занимаемый семенами массой M_0 грамм.

В таком случае имеем:

$$m_0 i = \gamma V_0 \quad (8)$$

или

$$m_0 = \gamma \frac{V_0}{i} = \gamma v_0, \quad (9)$$

где:

$\frac{V_0}{i} = v_0$ определяет рабочий объем самой катушки в кубических см³, следовательно, равенство (6) принимает вид:

$$v_0 i = V_0. \quad (10)$$

Объем v_0 является объемом, приходящимся на семена, высеянные за один оборот катушки высевающего аппарата, этот объем определен нами по объемному весу семян в общей их массе. Следует отметить, что объем, занимаемый (μ_0) семенами в самом высевающем аппарате, может несколько отличаться, в зависимости от формы рабочих элементов высевающего аппарата, расположения семян в семенной коробке, так, например, принудительное перемещение семян в высевающем аппарате приводит к некоторому уплотнению их в семенной коробке и, следовательно, меняет их объемный вес [6–9]. Уплотнение семян в семенной коробке высевающего аппарата может достигать для пшеницы до 4%, для проса до 3,5%, для овса до 5%.

Чтобы перейти к расчетам размеров катушки и семенной коробки, обеспечивающих выбрасывание семян в количестве M_0 грамм (или M_0' штук) на длине борозды соответствующей одному полному обороту ходового колеса сеялки, необходимо еще одно дополнительное условие, определяющее величину i .

Это условие определяется оптимальной линейной скоростью w_k катушки, отнесенной к ее наружному диаметру. Практика и опыт устанавливают некоторые пределы для этих скоростей, при которых перемещение семян происходит наиболее удовлетворительно и создается более или менее равномерная струя зерна, которая обеспечивает достаточное постоянство высева при посеве на установившихся режимах [10–13].

Взаимосвязь между w_k и передаточным числом может быть выражена в следующей форме:

$$n_g = \frac{w_k 60}{\pi d}, \quad (11)$$

$$n_k = \frac{w_c 60}{\pi D}, \quad (12)$$

$$i = \frac{n_g}{n_k} = \frac{D w_k}{d w_c}, \quad (13)$$

где:

w_c – поступательная скорость сеялки.

Отношение скоростей $\frac{w_k}{w_c} = A$ у зерновых сеялок находится в пределах 0,017–0,05.

При посеве семян зерновых культур в нормальных условиях

$$i = (0.017 \dots 0.05) \frac{D}{d}.$$

Если иметь в виду катушечный аппарат сдвигаемого типа, то диаметр d сдвигаемой катушки в сеялках совершенно не меняется, оставаясь равным 50 мм или близким к этому размеру.

Для этого случая отношение

$$\frac{D}{d} \frac{120}{5} \dots \frac{160}{5},$$

или

$$\frac{D}{d} = 24 \dots 32,$$

а передаточное число $i = 0,4$ – $1,6$.

Отношение длины L рабочей части катушки (при полном открытии) к диаметру d колеблется у разных сеялок в пределах:

$$\frac{L}{d} = 0,5 \dots 0,7.$$

Вывод. Таким образом, резюмируя изложенное можно сделать вывод, что преимущество сдвигаемых катушек заключается в удобстве регулирования количества высева и в простоте приспособлений, применяемых для этой цели.

Аппараты с несдвигаемыми катушками представляют возможность регулирования нормы высева за счет изменения скорости вращения катушки или за счет смены катушек с желобками одного размера, или вида, на другой. В этом отношении высевающие аппараты с несдвигаемыми катушками менее удобны и требуют более сложных манипуляций при регулировании высевающего аппарата на заданную норму высева. В качестве примера можно рассмотреть сеялку снабженную коробкой скоростей, которая позволяет небольшими ступенями изменять скорость вала выбрасывающих аппаратов в широких пределах. В конструктивном отношении данное устройство является решением задачи, но в то же время оно усложняет конструкцию, снижает надежность и повышает стоимость посевной машины.

Список литературы

1. Кравченко И. Н., Зорин В. А., Пучин Е. А. Основы надежности машин. Часть 2. Москва: Изд-во ВТУ при Федеральном агентстве специального строительства, 2006. 260 с.
2. Хахов М. А., Каскулов М. Х. Исследование процесса работы ребристых катков посевной машины // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2003. № 1(9). С. 31–34.
3. Горячкин В. П., Гранвуане А. Х. Теоретическое обоснование сеялок-культиваторов. Москва: Колос, 1986. 358 с.
4. Патент RU C1 А№2511237 01С7/20. Устройство для посева семян зерновых культур / М. Х. Каскулов, А. Х. Габаев, А. К. Апажев, И. А. Атурзаев, Ш. М. Гаев, А. Ш. Тешев, В. Х. Мишхожев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарская ГСХА». № 2012153090/13; заявл. 2012.12.07; опубл. 10. 04. 2014
5. Shekikhachev Yu.A., Mishkhozhev V.H., Shekikhacheva L.Z., Zhigunov R.H., Mishhozhev Kan V., Mishhozhev Kaz.V. Modeling of disk sowing apparatus operation process // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 548(2). 2020. 022004. doi: 10.1088/1755-1315/548/2/022004.
6. Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. Модернизация зерновой сеялки для работы в условиях повышенной влажности почв // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 3(43). С. 238–245.
7. Габаев А. Х. Влияние свойств почвы на процесс образования бороздки для семян // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2013. № 2. С. 67–71.
8. Габаев А. Х., Нам А. К. Математическая модель работы бороздообразующего рабочего органа посевной машины и определение его оптимальных конструктивных параметров методом многофакторного эксперимента // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 43. С. 317–321.
9. Любушко Н. И., Эволинский В. К. Зерновые сеялки на рубеже XXI века // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2001. № 2. С. 4–7.
10. Мерецкий С. В., Скурятин Н. Ф. Способ посева зерновых на склонах // Техника в сельском хозяйстве. 2010. № 2. С. 49–50.
11. Гидаев А. И., Каскулов М. Х., Алоев В. З. Обоснование параметров высевающего аппарата зерновой сеялки для разбросного посева // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 3. С. 8–9.
12. Каскулов М. Х., Нотов Р. А. Совершенствование технологии работы посевных машин в условиях повышенной влажности почв // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 10. С. 51–52.
13. Каскулов М. Х., Каздохов Х. К. Исследование работы дискового рассеивающего аппарата для семян сельскохозяйственных культур // Сборник научных трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Инженерное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса России». Нальчик, 2019. С. 124–128.

References

1. Kravchenko I.N., Zorin V.A., Puchin E.A. *Osnovy nadezhnosti mashin*. [Fundamentals of machine reliability]. Moscow: Izd-vo VTU pri Federal'nom agentstve special'nogo stroitel'stva, 2006. 260 p. (In Russ.)
2. Khakhov M.A., Kaskulov M.H. Investigation of the operation process of the ribbed rollers of the sowing machine. *News of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the RAS*. 2003;1(9):31–34. (In Russ.)
3. Goryachkin V.P., Granvuane A.H. *Teoreticheskoe obosnovanie seyalok-kul'tivatorov* [Theoretical substantiation of seeders-cultivators]. Moscow: Kolos, 1986. 358 p. (In Russ.)
4. Patent RU C1 А№2511237 01С7/20. Device for sowing seeds of grain crops / M.Kh. Kaskulov, A.Kh. Gabaev, A.K. Apazhev, I.A. Atmurzaev, Sh.M. Gaev, A.Sh. Teshev, V.Kh. Mishkhozhev; applicant and patent holder FGBOU VO "Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy". No. 2012153090/13; dec. 2012.12.07; publ. 10. 04. 2014
5. Shekikhachev Yu.A., Mishkhozhev V.H., Shekikhacheva L.Z., Zhigunov R.H., Mishhozhev Kan.V., Mishhozhev Kaz.V. Modeling of disk sowing apparatus operation process. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 548(2). 2020. 022004. doi: 10.1088/1755-1315/548/2/022004.
6. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Hazhmetov L.M. Modernization of the grain seeder for work in the conditions of the increased humidity of soils. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2016;3(43):238–245. (In Russ.)

7. Gabaev A.H. Influence of soil properties on the process of seed furrow formation. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2013;(2):67–71. (In Russ.)
8. Gabaev A.H., Nam A.K. Mathematical model of work of borozdoobrazuyushchy working body of the sowing car and determination of his key design data as method of multiple-factor experiment. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;(43):317–321. (In Russ.)
9. Lyubushko N. I., Evolinskij V. K. Zernovye seyalki na rubezhe XXI century. *Traktory i sel'skohozyajstvennyye mashiny* [Tractors and agricultural machines]. 2001;(2):4–7.
10. Mereckij S.V., Skuryatin N.F. Method of sowing cereals on the slopes. *Tekhnika v selskom hozyajstve* [Agricultural machinery]. 2010;(2):49–50. (In Russ.)
11. Gidaev A.I., Kaskulov M.H., Alov V.Z. Substantiation of the parameters of the sowing machine of a grain seeder for broadcast sowing. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva* [Mechanization and electrification of agriculture]. 2008;(3):8–9. (In Russ.)
12. Kaskulov M.H., Notov R.A. Improvement of seeding machinery operation technology in conditions of increased soil moisture. *Tractors and agricultural machinery* [Tractors and agricultural machines]. 2013;(10):51–52. (In Russ.)
13. Kaskulov M.H., Kazdohov H.K. Investigation of the operation of a disk scatterer for seeds of agricultural crops. *Sbornik nauchnih trudov VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Inzhenernoe obespechenie innovacionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossij»*. 2019. P. 124–128. (In Russ.)

Сведения об авторах

Габаев Алий Халисович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация сельского хозяйства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1264-0376, Author ID: 835404

Мишхожев Владислав Хасенович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация сельского хозяйства», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9119-3664, Author ID: 386453

Information about the authors

Aliy Kh. Gabaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Agricultural Mechanization», Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1264-0376, Author ID: 835404

Vladislav Kh. Mishkhozhev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Agricultural Mechanization», Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9119-3664, Author ID: 386453

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 19.08.2022;
одобрена после рецензирования 02.09.2022;
принята к публикации 06.09.2022.*

*The article was submitted 19.08.2022;
approved after reviewing 02.09.2022;
accepted for publication 06.09.2022.*

Научная статья

УДК 631.51

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-130-137

Некоторые особенности обработки почв режущим клином

Мухамад Хусаинович Мисиров^{✉1}, Аскер Артурович Егожев²

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

^{✉1}misir56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9752-1184>

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

Аннотация. Существующие в настоящее время модели резания почв не всегда объясняют все имеющиеся результаты экспериментов. При моделировании процесса резания почв за основу принимали модели, разработанные для резания металлов. Но автоматический перенос положений резания металлов на теорию резания почв без достаточных оснований приводит к противоречиям и ошибкам. Резание почв имеет свои особенности, которые не имеют место при резании металлов и которые необходимо учитывать при моделировании процесса их разрушения при резании. При резании хрупких материалов, как и при резании грунтов и почв наблюдается ряд явлений, которых при резании пластичных материалов нет, например, образование опережающих трещин впереди режущего клина. Цель исследования – установление особенностей обработки почв режущим клином, не характерных для обработки металлов, но которые имеют место при механической обработке почвы и которые необходимо учитывать при моделировании процессов механики резания. На основе проведенного сравнительного анализа выявлено существенное отличие геометрии режущей части почвообрабатывающего клина от геометрии клина для обработки пластичных металлических материалов. Получена модель нагружения режущей части почвообрабатывающего клина. Показано, что при работе клина угол действия силы резания положительный. Данный факт необходимо учитывать при моделировании процессов механики резания почвы, чтобы получить корректную модель процесса резания. Нагружение обрабатываемого материала режущим клином по схеме, когда угол действия силы резания положительный, является наиболее оптимальным по энергоемкости процесса резания по сравнению с другими.

Ключевые слова: обработка почвы, резание почвы, почвообрабатывающий клин, угол действия, геометрия почвообрабатывающего клина

Для цитирования. Мисиров М. Х., Егожев А. А. Некоторые особенности обработки почв режущим клином // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 130–137. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-130-137

Original article

Some features of soil cultivation with a cutting wedge

Mukhamad Kh. Misirov^{✉1}, Asker A. Egozhev²

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

^{✉1}misir56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9752-1184>

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

Abstract. Currently existing soil cutting models do not explain all available experimental results. When modeling the process of cutting soils, the models developed for cutting metals were taken as a basis. But the automatic transfer of the principles of cutting metals to the theory of cutting soil without sufficient grounds leads to contradictions and errors. Soil cutting has its own characteristics that do not occur when cutting metals and which must be taken into account when modeling the destruction process during cutting. When cutting brittle materials, as well as when cutting soils and soils, a number of phenomena are observed that are not present when cutting plastic materials, for example, the formation of advanced cracks in front of the cutting wedge. The purpose of the study is to establish the features of soil cultivation with a cutting wedge that are not typical for metal processing, but which take place during mechanical tillage and which must be taken into account when modeling the processes of cutting mechanics. On the basis of the comparative analysis, a significant difference between the geometry of the cutting part of the tillage wedge and the geometry of the wedge for processing plastic metal materials was revealed. The loading model of the cutting part of the tillage wedge is obtained. It is shown that during the operation of the tillage wedge the angle of action of the cutting force is positive. When modeling the processes of soil cutting mechanics, in order to obtain a correct model of the cutting process, it is necessary to take into account this fact: the angle of action of the cutting force is positive. Loading of the material being machined with a cutting wedge according to the scheme, when the angle of action of the cutting force is positive, is the most optimal in terms of the energy intensity of the cutting process compared to others.

Keywords: tillage, soil cutting, tillage wedge, action angle, tillage wedge geometry

For citation. Misirov M.Kh., Egozhev A.A. Some features of soil cultivation with a cutting wedge // *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):130–137. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-130-137

Введение. Существующие в настоящее время модели резания почв [1, 2] не объясняют все имеющиеся результаты экспериментов. Считается, что теория механической обработки почв находится на стадии становления [2]. Изначально теория резания почв опиралась на более изученную теорию обработки металлов. Тем не менее, все теории резания углубляют понимание механизма резания, облегчая поиск новых путей исследования и решений задач механики резания почв.

В настоящее время нет единой теории резания металлических и неметаллических материалов, а также хрупких и пластичных материалов. Более подробно разработана теория резания металлических пластичных материалов, что, по-видимому, объясняется их преобладающим использованием на практике по сравнению с хрупкими материалами. В большинстве случаев стараются перенести, модифицировать теорию резания пластичных материалов для описания механики процесса резания неметаллических материалов, в частности грунтов и почв. Но автоматический перенос положений резания металлов на теорию резания почв без достаточных

оснований приводит к противоречиям и ошибкам. Резание почв имеет свои особенности, которые не имеют место при резании металлов. При резании хрупких материалов, как и при резании грунтов и почв, наблюдается ряд явлений, которых при резании пластичных материалов нет. К таким можно отнести, например, образование опережающих трещин впереди режущего клина [1, 3]. Этот факт никоим образом нельзя описать аппаратом теории упругости и пластичности, которые очень широко используются при моделировании процесса резания различных материалов, таких как металлы, неметаллические хрупкие материалы (керамика, слоистый пластик, древесина, грунт, почва и др.).

Цель исследования – установление особенностей обработки почв режущим клином не характерных для обработки металлов, но которые имеют место при механической обработке почвы и которые необходимо учитывать при моделировании процессов механики резания.

Материалы, методы и объекты исследования. База исследования – физические и математические модели процесса резания различных металлических и неметаллических

материалов, а также экспериментальные данные. При проведении исследований использованы методы механики разрушения. Объект исследования – процессы, происходящие при свободном прямоугольном резании хрупких неметаллических материалов (почвы и т. п.) двугранным клином с образованием трещин и последующим разрушением.

Результаты исследования. Процесс резания хрупких материалов можно моделировать как процесс направленного трещинообразования, приводящего к разрушению локального объема материала [4].

Изучением процесса развития трещины и последующего разрушения занимается относительно молодое и динамично развивающееся направление современной механики деформируемого твердого тела – механика разрушения [5, 6]. Поэтому исследование процесса резания с позиции механики разрушения позволит посмотреть на механику резания с другой стороны, не отвергая ранее полученные результаты.

Как показывают многочисленные экспериментальные и теоретические исследования, на характер деформирования и разрушения при обработке режущим клином в основном существенно влияют следующие факторы:

- 1) угол резания (передний угол) клина;
- 2) угол действия равнодействующей силы резания клина;
- 3) сопротивление обрабатываемого материала деформации и разрушению.

Рассмотрим, как влияют данные факторы на процесс деформирования и разрушения в зоне резания.

1. Угол резания (передний угол) клина.

Основным элементом любого режущего инструмента является клин. Сравним геометрические параметры режущих клинов почвообрабатывающих и металлорежущих инструментов.

В отличие от почвообрабатывающего клина, геометрия металлорежущего инструмента стандартизована. Так, по ГОСТ 25762-83, основными углами клина являются передний угол γ , задний угол α и угол заострения β (рис. 1). Для почвообрабатывающего клина такого деления углов нет, характерным углом является угол резания (угол крошения) δ , равный $\delta = \beta + \alpha$.

Из представленной на рисунке 1 схемы следует, что сумма углов γ , β и α составляет 90 градусов:

$$\gamma + \beta + \alpha = 90^\circ \quad (1)$$

$$\gamma + \delta = 90^\circ \quad (2)$$

При резании почвы используются инструменты с углом резания $\delta = 15-40$ градусов [2]. Передний угол этих инструментов, соответственно, равен $\gamma = 90^\circ - \delta = 75-50$ градусов. Таких передних углов при резании металлов нет. При обработке металлов используются инструменты с передним углом, равным $\gamma = 8-25$ градусов [7]. При резании металлов иногда используют инструменты с отрицательными передними углами, чего нет при обработке почвы.

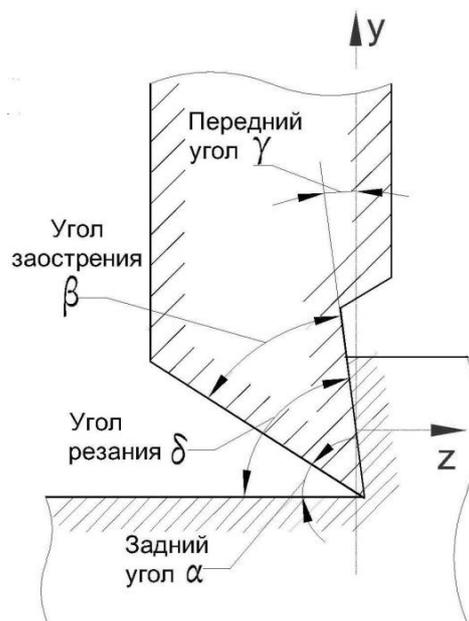


Рисунок 1. Углы режущего клина
Figure 1. Angles of the cutting wedge

Сравнение геометрических параметров режущей части почвообрабатывающего клина и металлорежущего клина показывает их существенное отличие. Это означает, что условия деформирования и характер разрушения при стружкообразовании при этих углах будут сильно различаться.

2. Угол действия равнодействующей силы резания клина. Геометрические параметры клина (1), (2) и трение в зоне обработки определяют величину угла действия ω :

$$\omega = 90 - \delta - \Psi \quad (3)$$

где:

δ – угол резания;

Ψ – угол трения.

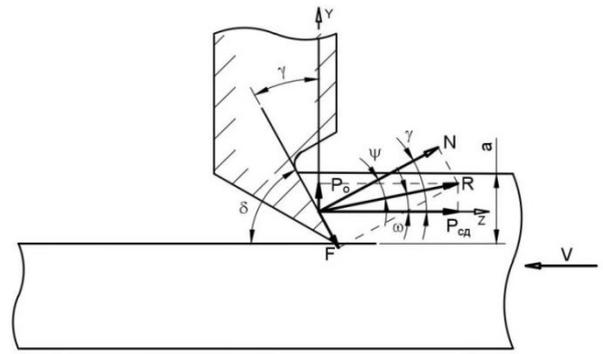
Угол действия является одним из основных параметров, определяющих характер резания и разрушения при обработке. Угол действия ω – это угол между равнодействующей силой резания R и вектором скорости резания V (рис. 2). Данная сила непосредственно деформирует срезаемый слой материала и приложена к передней поверхности режущего клина [4].

На практике, в зависимости от условий механической обработки и обрабатываемых материалов, угол действия может изменяться в широких пределах $0 \leq \omega \leq 0$. Рассмотрим три варианта нагружения клина: $\omega > 0$, $\omega < 0$, $\omega = 0$. Соответствующие схемы, показывающие направление силы резания R и ее составляющих: отрывающую силу P_o , сдвигающую силу P_{cd} , сжимающую силу $P_{сж}$, показаны на рисунке 2.

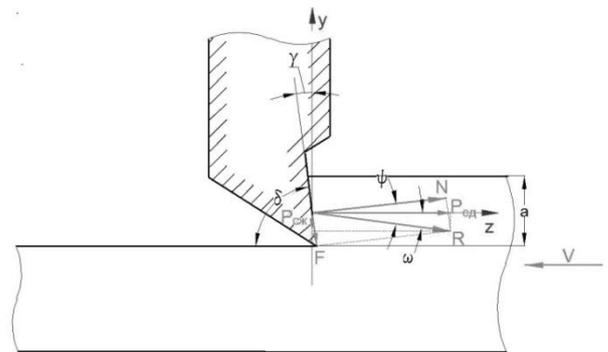
Согласно справочным данным [2], на практике наиболее используемыми углами резания почвообрабатывающего клина являются углы $\delta = 15 \dots 40^\circ$. При этом угол трения Ψ изменяется от $\Psi = 22^\circ$ до $\Psi = 31^\circ$ [2]. При этих значениях δ и Ψ угол действия ω , определяемый по формуле (3), равен $\omega = 37 \dots 71^\circ$. Это свидетельствует, что при работе почвообрабатывающего клина угол действия силы резания положительный, $\omega > 0$. При моделировании процессов механики резания почвы необходимо учитывать данный факт, чтобы получить корректную модель процесса резания.

Схема, представленная на рисунке 2а, является моделью нагружения режущего клина при резании почвы.

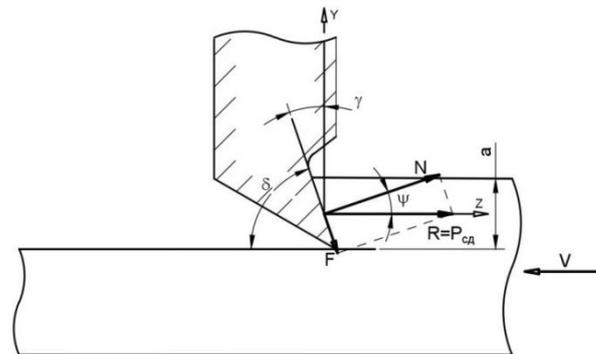
Сравнение углов действия при резании металлов и почвы показывает их существенное отличие. Так, при свободном резании стали 20Х резцом с передним углом $\gamma = 5 \dots 45^\circ$ угол действия равен $\omega = -8 \dots 20^\circ$ [8]. Можно отметить, что схема, представленная на рисунке 2б, является моделью нагружения режущего клина при резании металлов.



а) здесь $\omega > 0$ при $\gamma > 0, \gamma > \Psi$



б) здесь $\omega < 0$ при $\gamma > 0, \gamma < \Psi$



в) здесь $\omega = 0$ при $\gamma > 0, \gamma = \Psi$

Рисунок 2. Угол действия ω и направление равнодействующей силы R в зависимости от величины переднего угла γ и угла трения Ψ

Figure 2. Angle of action ω and direction of the resultant force R depending on the magnitude of the front angle γ and the angle of friction Ψ

Анализ схем на рисунке 2 и приведенные экспериментальные данные показывают, что резание металлических материалов происходит преимущественно путем сдвига, в отличие от резания почвы. Из этого следует, что к вопросу использования моделей, разработанных для резания металлов при моделировании процессов резания почв надо подходить очень тщательно.

Для схемы, представленной на рисунке 2с, угол действия $\omega = 0$ при условии равенства переднего угла режущего клина и угла трения $\gamma = \Psi$, что следует из формул (2) и (3). В этом случае на обрабатываемый материал действует только сдвигающая сила $P_{сд}$, создающая деформацию чистого сдвига. Это положение является основой способа определения критического коэффициента интенсивности напряжений [9].

3. Сопротивление обрабатываемого материала деформации и разрушению. Направление равнодействующей силы резания R определяет характер разрушения при воздействии почвообрабатывающим клином. Например, при резании с передним углом больше угла трения $\gamma > \Psi$, $\omega > 0$ (схема a

на рис. 2) образуются трещины (рис. 3), которые в терминах механики разрушения можно назвать трещинами общего вида.

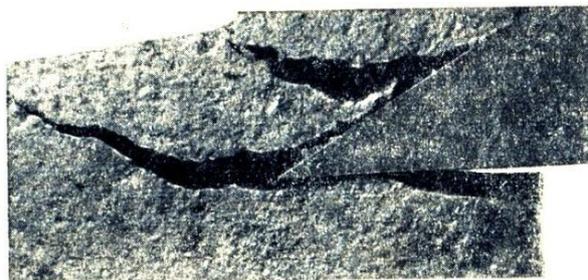


Рисунок 3. Трещинообразование при резании сильно увлажненного суглинка клином с углом резания $\delta = 30^\circ$ [3]

Figure 3. Crack formation when cutting a highly moistened loam with a wedge with a cutting angle $\delta = 30^\circ$ [3]

Для принятой физической модели разрушения при резании с положительным углом действия [10] напряженно-деформированное состояние (НДС) в окрестности вершины трещины можно представить как сумму НДС отрыва силой P_o и НДС поперечного сдвига силой $P_{сд}$, что графически представлено на рисунке 4а.

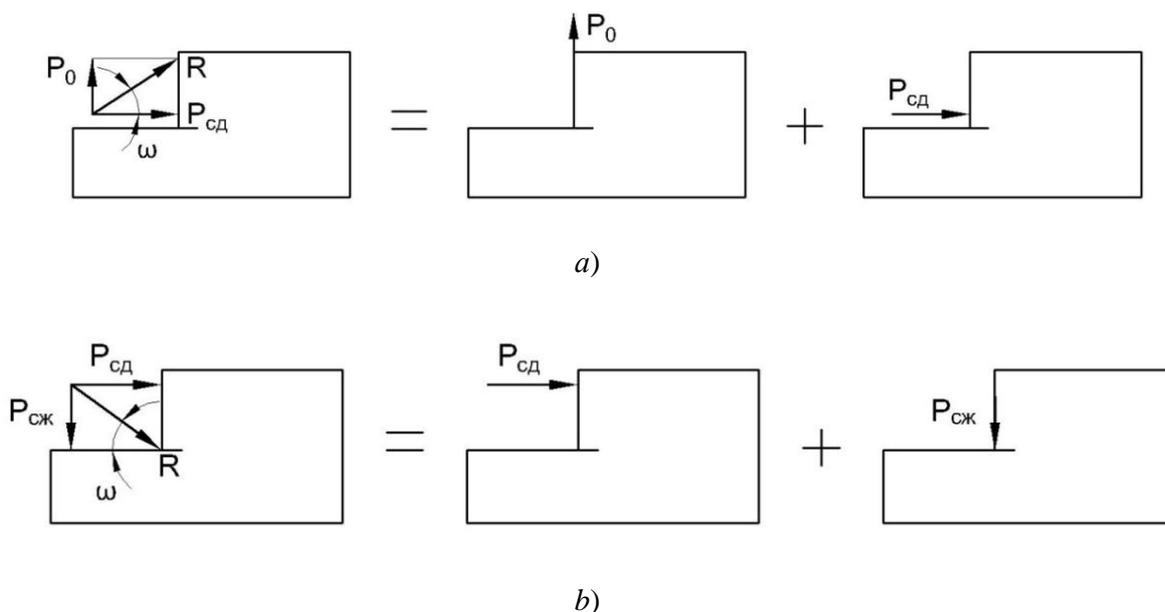


Рисунок 4. Схемы приложения равнодействующей силы резания и виды деформации обрабатываемого материала при положительном $\omega > 0$ (а) и отрицательном $\omega < 0$ (б) угле действия ω

Figure 4. Schemes of application of the resultant cutting forces and types of deformation of the material being processed at positive $\omega > 0$ (a) and negative $\omega < 0$ (b) angle of action ω

Вертикальная составляющая силы резания направлена вверх и отрывает стружку (рис. 4а). При работе почвообрабатывающего клина увеличение угла действия приводит к росту отрывной силы, которая превалирует над сдвиговой [4]. Экспериментальные данные, приведенные в работе [2], подтверждают это утверждение.

На рисунке 4б представлена схема для определения НДС при резании с отрицательным углом действия, $\omega < 0$ при $\gamma < \Psi$ (схема б на рис. 2).

Для оценки энергоёмкости деформации отрыва и сдвига сравним силы сопротивления резанию (разрушающую силу) для двух граничных значений угла действия $\omega = 90^\circ$ и $\omega = 0$. Из рис. 2, 4 следует, что при $\omega = 90^\circ$ действует только отрывная сила P_o , и разрушение происходит под действием нормальных напряжений – отрывом. При $\omega = 0$ действует только сдвигающая сила P_{cd} , и разрушение происходит под действием касательных напряжений – сдвигом. Оценка показывает, что для разрушения отрывом требуется силы в 7,3 раза меньше, чем для разрушения чистым сдвигом [10].

Таким образом, можно сделать вывод, что нагружение обрабатываемого материала режущим клином по схеме, представленной на рисунке 1а, является наиболее оптимальным по энергоёмкости процесса резания по сравнению с другими.

Выводы. 1. На основе проведённого сравнительного анализа выявлено существенное отличие геометрии режущей части почвообрабатывающего клина от геометрии клина для обработки пластичных металлических материалов.

2. Получена физическая модель нагружения режущей части почвообрабатывающего клина. Показано, что при его работе угол действия силы резания положительный.

3. Использование традиционных моделей резания пластичных металлических материалов без учета специфики почв для моделирования резания почв не позволяет адекватно описывать процесс разрушения при резании.

4. Резание почв имеет свои особенности, в отличие от резания металлов, которые необходимо учитывать при моделировании процесса разрушения при резании.

5. При моделировании процессов механики резания почвы, чтобы получить корректную модель процесса резания, необходимо учитывать данный факт: угол действия силы резания положительный.

6. Нагружение обрабатываемого материала режущим клином по схеме, когда угол действия силы резания положительный, является наиболее оптимальным по энергоёмкости процесса резания по сравнению с другими.

Список литературы

1. Горячкин В. П. Общая теория орудий // Собр. сочинений в 3 т. Т. 1. Москва: Колос, 1965. 720 с.
2. Панов И. М., Ветохин В. И. Физические основы механики почв. Киев: Феникс, 2008. 266 с.
3. Синеоков Г. Н. Проектирование почвообрабатывающих машин. Москва: Машиностроение, 1965. 311 с.
4. Мисиров М. Х., Канкулова Ф. Х. Определение условий для разрушения отрывом и сдвигом при резании почв и грунтов клином // АгроЭкоИнфо. 2018. № 1. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/СТАТУИ/2018/1/st_145.doc
5. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения. Москва: Наука, 1974. 640 с.
6. Саврук М. П. Коэффициенты интенсивности напряжений в телах с трещинами. Механика разрушения и прочность материалов. В 4-х т. п/р Панасюка В. В. Т. 2. Киев: Наукова думка, 1988. 620 с.
7. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов. Москва: Машиностроение, 1975. 344 с.
8. Шадский Г. В., Сальников В. С., Ерзин О. А. Динамика процесса резания при вариации переднего угла режущего инструмента // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. Вып. 11. Ч. 2. С. 574–584.
9. Патент 2650613, МПК 7 G01N 3/24 (2006.01) Российская Федерация. Способ определения критического коэффициента интенсивности напряжений при поперечном сдвиге твердого тела / А. К. Апажев, М. Х. Мисиров, А. Х. Габаев, А. М. Мисирова. №2017109045; заявл. 17.03.2017; опубл. 16.04.2018

10. Мисиров М. Х. Определение напряженно-деформированного состояния и разрушающей силы при резании хрупких материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 4(26). С. 63–68.

References

1. Goryachkin V.P. *Obshchaya teoriya orudij* [General theory of guns]. Sbornik sochineniy v 3 volumes. V. 1. Moscow: Kolos, 1965. 720 p.
2. Panov I.M., Vetohin V.I. *Fizicheskie osnovy mekhaniki pochv* [Physical foundations of soil mechanics]. Kyiv: Feniks, 2008. 266 p.
3. Sineokov G.N. *Proektirovanie pochvoobrabatyvayushchih mashin* [Designing tillage machines]. Moscow: Mashinostroenie, 1965. 311 p.
4. Misirov M.Kh., Kankulova F.Kh. Determination of conditions for destruction by separation and shear when cutting soils and soils with a wedge. *AgroEcoInfo*. 2018;(1). http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/1/st_145.doc
5. Cherepanov G.P. *Mekhanika hrupkogo razrusheniya* [Brittle Fracture Mechanics]. Moscow: Nauka, 1974. 640 p.
6. Savruk M.P. *Koeffitsienty intensivnosti napryazhenij v telah s treshchinami. Mekhanika razrusheniya i prochnost' materialov* [Stress intensity factors in bodies with cracks. Fracture mechanics and strength of materials]. V. 2. Kyiv: Naukova Dumka. 1988. 620 p.
7. Bobrov V.F. *Osnovy teorii rezaniya metallov* [Fundamentals of the theory of metal cutting]. Moscow: Mashinostroenie, 1975. 344 p.
8. Shadskij G.V., Sal'nikov V.S., Erzin O.A. *Dinamika processa rezaniya pri variacii perednego ugla rezhushchego instrumenta* [Dynamics of process of cutting at the variation of the forward corner of the cutting tool]. *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki*. 2016; (11):574–584.
9. Patent 2650613, IPC 7 G01N 3/24 (2006.01) Russian Federation. A method for determining the critical stress intensity factor for transverse shear of a solid body /A.K. Apazhev, M.Kh. Misirov, A.Kh. Gabaev, A.M. Misirov. No. 2017109045; dec. 03/17/2017; publ. 04/16/2018
10. Misirov M. Kh. Determination of stressed-deformed state and destructive forces during cutting fragile materials. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;4 (26):63–68.

Сведения об авторах

Мисиров Мухамад Хусаинович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая механика и физика», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7162-6895, Author ID: 726412

Егожев Аскер Артурович – аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5389-1457, Author ID: 1149193

Information about the authors

Mukhamad Kh. Misirov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7162-6895, Author ID: 726412

Asker A. Egozhev – Postgraduate student, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5389-1457, Author ID: 1149193

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 15.08.2022;
одобрена после рецензирования 05.09.2022;
принята к публикации 07.09.2022.*

*The article was submitted 15.08.2022;
approved after reviewing 05.09.2022;
accepted for publication 07.09.2022.*

Научная статья

УДК 633.256

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-138-144

Биохимические процессы при вторичном брожении яблочных соков и хранении игристых вин

Алим Борисович Хоконов¹, Мадина Борисовна Хоконова^{✉2}

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

¹alimkhokonov@mail.ru

^{✉2}dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

Аннотация. Яблочные игристые вина характеризуются не только общими для всех вин этого типа пенистыми и игристыми свойствами, но также свежестью и легкостью вкуса, являющихся результатом гармоничного сочетания вкусовых качеств плодового сока и продуктов его брожения на фоне невысокой спиртуозности и малой окисленности. Целью исследования являлось изучение основных физико-химических показателей и количества дрожжевых клеток при подбраживании – деаэрации и брожении яблочного сока и вина. Объектами исследований служили зимние сорта яблок Айдаред, Джонатан, Ренет Симиренко, Флорина, яблочные виноматериалы и готовое вино. Химический состав и качество плодов и виноматериалов определяли по общепринятым методикам в виноделии. Установлено, что в течение суток снижение окислительно-восстановительного потенциала (ОВ-потенциала) при деаэрации бродильной смеси для яблочного сидра происходит в пределах 8-20 мВ, причем, чем выше потенциал исходный, тем эффективнее его снижение. В первые 3-5 дней во всех образцах наблюдалось снижение ОВ-потенциала в среднем на 50-71 мВ. Затем потенциал в основном оставался на этом уровне без изменений. Исследования показали, что при подбраживании натурального сброженного сока со свежесведенной разводкой винных дрожжей количество клеток через 2 суток увеличивается более чем в 2,7 раза, а через 5 суток – почти в 4,5 раза, достигая 31 млн/мл. Наиболее интенсивное размножение дрожжей наблюдается на 2-3 сутки брожения. Одновременно происходит резкое снижение содержания азота аммиака, аминного азота и кислорода. Снижение содержания кислорода и перекисей в свою очередь сопровождается значительным снижением ОВ-потенциала броющего сула. После 5 суток брожения количество дрожжевых клеток увеличивается в 4,4 раза при полном использовании азотистого питания, особенно азота аммиака, а также кислорода. Увеличение исходной спиртуозности сброженного сока до 8,5% об. снижает скорость размножения дрожжей.

Ключевые слова: окислительно-восстановительный потенциал, яблочные виноматериалы, брожение, деаэрация, скорость ассимиляции, размножение дрожжей

Для цитирования. Хоконов А. Б., Хоконова М. Б. Биохимические процессы при вторичном брожении яблочных соков и хранении игристых вин // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. 3(37). С. 138–144. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-138-144

Original article

Biochemical processes during secondary fermentation of apple juice and storage of sparkling wines

Alim B. Khokonov¹, Madina B. Khokonova^{✉2}

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

¹alimkhokonov@mail.ru

^{✉2}dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

Abstract. Apple sparkling wines are characterized not only by the foamy and sparkling properties common to all wines of this type, but also by freshness and lightness of taste, which are the result of a harmonious combination of the taste qualities of fruit juice and its fermentation products against the background of low alcohol content and low oxidation. The aim of the study was to change the main physical and chemical parameters and the number of yeast cells during fermentation – deaeration and fermentation of apple juice and wine. The objects of research were winter varieties of apples Idared, Jonathan, Renet Simirenko, Florina, apple wine materials and finished wine. The chemical composition and quality of fruits and wine materials were determined according to generally accepted methods in winemaking. It has been established that during the day, the decrease in the R potential during deaeration of the fermentation mixture for apple cider occurs within the range of 8-20 mV, and the higher the initial potential, the more effective its reduction. In the first 3-5 days, a decrease in the R potential by an average of 50-71 mV was observed in all samples. Then the potential basically remained at this level without changes. Studies have shown that when fermenting natural fermented juice with freshly introduced wine yeast, the number of cells after 2 days increases by more than 2.7 times, and after 5 days – almost 4.5 times, reaching 31 million/ml. The most intensive reproduction of yeast is observed on the 2nd-3rd day of fermentation. At the same time, there is a sharp decrease of ammonia nitrogen, amine nitrogen and oxygen in the content. A decrease in the content of oxygen and peroxides, in turn, is accompanied by a significant decrease in the R potential of the fermenting must. After 5 days of fermentation, the number of yeast cells increases by 4.4 times with the full use of nitrogen nutrition, especially ammonia nitrogen, as well as oxygen. The increase in the initial alcohol content of the fermented juice to 8.5% vol. reduces the rate of yeast growth.

Keywords: redox potential, apple wine materials, fermentation, deaeration, assimilation rate, yeast propagation

For citation. Khokonov A.B., Khokonova M.B. Biochemical processes during secondary fermentation of apple juice and storage of sparkling wines. *Izvestija of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022; 3(37):138–144. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-138-144

Введение. Яблочные игристые вина характеризуются не только общими для всех вин этого типа пенистыми и игристыми свойствами, но также свежестью и легкостью вкуса, являющихся результатом гармоничного сочетания вкусовых качеств плодового сока и продуктов его брожения на фоне невысокой спиртуозности и малой окисленности [1, 2]. Уровень окисленности вина, как известно, определяется интенсивностью окисления составных его частей, которая суммарно поддается измерению и характеризуется величиной ОВ-потенциала. При помощи «наблюдаемого» ОВ-потенциала вина можно судить о состоянии вина с точки зрения процессов окисления и восстановления.

При смешении двух окислительно-восстановительных систем, имеющих одинаковые рН, но разные потенциалы, реакция происходит до тех пор, пока потенциалы обеих систем не выравняются.

Потенциал кислородной системы в водном растворе при любом давлении может быть выражен уравнением

$$E = E_h + \frac{RT}{4F} \ln [O_2],$$

где:

E – потенциал кислородной системы;

E_h – нормальный потенциал системы при 25°C;

R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура;

F – постоянная Фарадея;

$[O_2]$ – давление кислорода.

Из этого уравнения следует, что даже весьма малые давления кислорода в присутствии систем, активирующих кислород, дают в водных растворах высокие значения ОВ-потенциала. Ограничение доступа кислорода воздуха к виноматериалам следует рассматривать как меру, специально направленную к понижению уровня ОВ-потенциала.

Некоторые исследователи [2] считают, что основной окислительно-восстановительной системой вина являются соли тяжелых металлов. Однако следует учитывать, что обычное содержание металлов в вине – Fe до 10 мг/л, Cu до 3 мг/л – не может существенно влиять на потенциал.

Одним из главных требований к подготавливаемому для вторичного брожения купажу является снижение окислительных процессов. Вредное действие кислорода выражается в изменении окраски, появлении грубости во вкусе, снижении аромата.

Известно, что брожение суслу протекает обычно при низком ОВ-потенциале.

Повышение температуры брожения до 25-30°C способствует быстрому забраживанию и резкому снижению Eh в начале брожения.

ОВ-потенциал бродящего суслу находится в определенной зависимости от состояния дрожжей [3]. Установлено, что минимальная величина Eh достигается тем скорее, чем выше температура брожения, и соответствует концу логарифмической фазы роста дрожжей. В случае аэрации суслу в процессе брожения минимальная величина ОВ-потенциала достигается медленнее, т. е. примерно на седьмой день брожения, а неаэрированного – на четвертый.

Целью исследования являлось изменение основных физико-химических показателей и количества дрожжевых клеток при подбраживании – деаэрации и брожении яблочного сока и вина.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектами исследования служили зимние сорта яблок Айдаред, Джонатан, Ренет Симиренко, Флорина, яблочные винома- териалы и готовое вино. Химический состав и качество плодов и винома- териалов определяли по общепринятым методикам в виноделии.

Для изучения влияния пастеризации сброженных яблочных соков перед вторичным брожением на характер изменения ОВ-потенциала сброженные соки, хранившиеся на остаточном осадке винных дрожжей, подвергали обработке суспензией бентонита в количестве 0,1% и полиакриламида в количестве 5 мг/л с последующей фильтрацией и пастеризовали.

Пастеризованный винома- териал направлялся в подбраживатель-деаэратор, в который вводили разводку чистой культуры винных дрожжей в количестве 8-10% по отношению к объему всей бродильной смеси (1 мл разводки должен содержать 140-190 млн клеток). При приготовлении сидра игристого подбраживание-деаэрация производилась в течение суток при комнатной темпе-

ратуре и атмосферном давлении. Подбраживание-деаэрация в процессе производства спиртуозностью 8-10% об. при аналогичной дозировке дрожжевой разводки и содержания введенного сахара в количестве 8-10% продолжалась 6-8 суток.

Результаты исследования. Из результатов исследования видно, что в течение суток снижение ОВ-потенциала при деаэрации бродильной смеси для яблочного сидра происходит в пределах 8-20 мВ, причем, чем выше потенциал исходный, тем эффективнее его снижение (табл. 1).

Таблица 1. Влияние подбраживания-деаэрации на изменение ОВ-потенциала бродильной смеси для игристого сидра

Table 1. The effect of fermentation-deaeration on the change in the RH potential of the fermentation mixture for sparkling cider

Образец	Величина Eh, мВ		
	перед подбраживанием	после подбраживания	снижение
Айдаред	383	363	20
Джонатан	357	346	11
Ренет Симиренко	369	358	11
Флорина	343	335	8

При сравнительно низкой величине исходного ОВ-потенциала (343 мВ) снижение его менее заметно (8 мВ).

Несколько иная закономерность в изменении ОВ-потенциала наблюдалась в процессе подбраживания бродильной смеси для яблочного игристого вина крепостью 10% об. (табл. 2).

В первые 3-5 дней во всех образцах наблюдалось снижение ОВ-потенциала в среднем на 50-71 мВ. Затем потенциал в основном оставался на этом уровне без изменений. Резкое снижение величины ОВ-потенциала в первые дни брожения можно объяснить поглощением находящегося в винома- териале кислорода в связи с размножением дрожжей – биологическая деаэрация.

После окончания нагревания бродильную смесь охлаждали до 15°C и вторичное брожение вина проводили в том же резервуаре при периодическом способе производства

игристого [4]. При непрерывном способе после 48 ч нагревания при 36-40°C температуру повышали до 60-65°C для пастеризации

вина; затем вино охлаждали, фильтровали и подавали в напорный резервуар, используя давление углекислоты.

Таблица 2. Влияние подбраживания-деаэрации на изменение ОВ-потенциала бродильной смеси для яблочного игристого вина

Table 2. The effect of fermentation-deaeration on the change in the RH-potential of the fermentation mixture for apple sparkling wine

Образец	Величина Eh, мВ								снижение
	исходная	после подбраживания, сут							
		1	2	3	4	5	6	7	
Айдаред	375	367	340	333	323	320	320	319	55
Джонатан	366	357	344	341	295	298	295	297	69
Ренет Симиренко	372	365	356	343	323	323	322	322	50
Флорина	356	317	290	282	285	284	285	285	71

Существуют и другие способы обескислороживания виноматериалов: обработка водородом и обескислороживание вина в потоке. При поточном методе обескислороживания вина ассимиляция больших количеств кислорода протекает очень медленно, она длится несколько месяцев в зависимости от содержания растворенного кислорода в исходном материале [5]. Известно, что при этом способе весь растворенный кислород расходуется на окисление компонентов вина; однако при длительной выдержке ОВ-потенциал вина никогда не снижается до ОВ-потенциала вина, обескислороженного биологическим путем.

Преимущество биологического метода обескислороживания вина состоит в том, что дрожжи в присутствии сахара энергично ассимилируют растворенный в вине кислород и этим предотвращают окислительные процессы [6–8].

В таблице 3 показана скорость ассимиляции растворенного в вине кислорода дрожжами.

Из этих данных видно, что дрожжи быстро ассимилируют растворенный кислород и после 5 дней подбраживания его остается очень немного.

Процесс биологического обескислороживания является важным этапом в подготовке виноматериала к брожению в производстве не только шампанского, но и яблочных игристых вин. Помимо биологического обескислороживания, при подбраживании – деаэрации сидрового материала происходит размножение дрожжей и их адаптация, что

имеет важное значение с точки зрения интенсификации процесса вторичного брожения, так как в производстве яблочных игристых вин дополнительное введение дрожжевой разводки может не применяться [9, 10].

Таблица 3. Скорость ассимиляции растворенного кислорода биологическим методом

Table 3. The rate of assimilation of dissolved oxygen by biological method

Время определения	Количество растворенного O ₂ , мг/л	Eh, мВ
До перекачки	0,6	365,2
После перекачки насосом	4,5	435,3
После добавления сахара и дрожжей	4,0	427,8
После выдержки в течение определенного периода, сут:		
Первые	2,2	395,7
Вторые	0,9	355,6
Третьи	0,5	326,3
Четвертые	0,2	305,9
Пятые	0,0	285,6

Исследовались размножение дрожжей и изменение содержания азотистых веществ, кислорода, перекисей и других показателей при подбраживании-деаэрации в зависимости от исходной спиртуозности сброженного сока.

Исследования показали (табл. 4), что при подбраживании натурального сброженного сока со свежевведенной разводкой винных

дрожжей количество клеток через 2 суток увеличивается более чем в 2,7 раза, а через 5 суток – почти в 4,5 раза, достигая 31 млн/мл.

Таблица 4. Изменение основных физико-химических показателей и количества дрожжевых клеток при подбраживании – деаэрации и брожении под возрастающим давлением

Table 4. Changes in the main physico-chemical parameters and the number of yeast cells during fermentation – deaeration and fermentation under increasing pressure

Показатели	Подбраживание инокуляция при температуре 20°C и атмосферном давлении						Брожение при температуре 15°C под давлением, МПа		
	Продолжительность брожения, сут								
	0	1	2	3	4	5	2	5	9
Показания прецизионного рефрактометра	34,6	34,0	33,0	31,3	29,8	28,1	21,7	20,5	19,6
Спирт, % об.	6,1	6,5	6,7	6,9	7,2	7,7	7,9	8,3	8,8
Редуцирующие сахара, %	7,0	6,4	5,9	5,5	4,0	4,5	3,0	2,75	2,0
Титруемая кислотность, г/л	3,33	3,33	3,32	3,22	3,14	3,14	3,14	3,14	3,15
pH	6,57	6,59	6,63	6,70	6,83	6,89	6,88	6,88	6,81
Количество дрожжевых клеток, млн/мл	7	11	19	25	30	31	37	38	47
Азот общий, мг/л	134,7	117,2	89,2	69,3	54,6	39,8	34,0	28,4	38,5
Азот аминный, мг/л	29,0	32,0	30,5	25,5	20,5	20,0	14,0	13,5	10,5
Азот аммиака, мг/л	78,0	68,0	44,0	23,0	7,0	1,5	1,0	0,5	0,5
Ох, мг/л	2,6	2,51	1,26	0,52	0,36	0,23	0,27	0,19	0,14
Оп, мг/л	1,45	1,50	0,58	0,18	0,24	0,18	0,20	0,14	0,02
Ор, мг/л	1,15	1,01	0,68	0,34	0,12	0,05	0,07	0,05	0,03
ОВ-потенциал, мВ	375	364	353	338	328	315	325	316	328

При дальнейшем брожении под давлением количество дрожжей увеличивается в среднем на 50% по сравнению с конечным при подбраживании-деаэрации. Параллельно с накоплением дрожжевых клеток происходит снижение содержания азотистых веществ [11, 12].

Следует отметить, что ассимиляция свободного кислорода размножающимися дрожжами, а также кислорода перекисей в процессе подбраживания-деаэрации сопровождается резким снижением величины ОВ-потенциала (60 мВ). Это свидетельствует о том, что в системе преобладают процессы восстановления, что весьма важно для качества готового продукта.

Выводы. Таким образом, наиболее интенсивное размножение дрожжей наблюдается на 2-3 сутки брожения. Одновременно происходит резкое снижение содержания азота аммиака, аминного азота и кислорода. Снижение содержания кислорода и перекисей в свою очередь сопровождается значительным снижением ОВ-потенциала бродящего сула. После 5 суток брожения количество дрожжевых клеток увеличивается в 4,4 раза при полном использовании азотистого питания, особенно азота аммиака, а также кислорода. Увеличение исходной спиртуозности сброженного сока до 8,5% об. снижает скорость размножения дрожжей.

Список литературы

1. Белокурова Е. С. Биотехнология продуктов брожения: учебное пособие. СПб.: СПбГТЭУ, 2015. 64 с.
2. Беспоместных К. В., Беспоместных Н. В. Оценка качества плодов ирги круглолистной при производстве плодово-ягодного вина // Сборник статей по материалам конференции. Краснодар, 2021. С. 31–35.
3. Хоконова М. Б., Дзахмишева И. Ш., Хоконов А. Б. Влияние качества сырья на состав и условия брожения яблочного сока // Пищевая промышленность, 2021. № 11. С. 92–95.
4. Хоконова М. Б., Терентьев С. Е. Изменение состава соков при их спиртовании и хранении // Пиво и напитки, 2016. № 5. С. 32–34.
5. Хоконова М. Б., Хоконов А. Б. Изменение качества безалкогольных напитков при хранении // Сборник избранных статей по материалам научных конференций. Санкт-Петербург, 2020. С. 118–120.
6. Гусев М. В., Минеева Л. А. Биохимия растительного сырья: учебное пособие. 4-е изд., стер. Москва: Академия, 2003. 464 с.
7. Елисеева Л. Г., Иванова Т. Н., Евдокимова О. В. Товароведение и экспертиза продуктов переработки плодов и овощей: учебное пособие. Москва: Дашков и Ко, 2009. 367 с.
8. Неверова О. А., Гореликова Г. А., Позняковский В. М. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения. Новосибирск: Сибирского университета изд-во, 2007. 416 с.
9. Романова Е. В., Введенский В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учебное пособие. Москва: Российский университет дружбы народов, 2012. 188 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://biblioclub.ru>
10. Скрипников Ю. Г. Производство вин: учебное пособие. Мичуринск: изд-во МичГАУ, 2007. 54 с.
11. Неменуцкая Л. А., Степанищева Н. М. Современные технологии хранения и переработки плодово-овощной продукции. Москва: Росинформагротех, 2009. 172 с.
12. Цапалова И. Э. Экспертиза продуктов переработки плодов и овощей: учебное пособие. Новосибирск: Сибирского университета изд-во, 2003. 271 с.

References

1. Belokurova E.S. Biotekhnologiya produktov brozheniya: uchebnoe posobie. St. Petersburg: SPbGTEU, 2015. 64 p. (In Russ.)
2. Bespomestnyh K.V., Bespomestnyh N.V. Evaluation of the quality of fruits of round-leaved shadberry in the production of fruit and berry wine. *Sbornik statej po materialam konferencii* [Collection of articles based on conference materials]. Krasnodar. 2021:31–35. (In Russ.)
3. Khokonova M.B., Dzahmisheva I.Sh., Khokonov A.B. Influence of the quality of raw materials on the composition and fermentation conditions of apple juice. *Food processing industry*. 2021;(11):92–95. (In Russ.)
4. Khokonova M.B., Terent'ev S.E. The composition changing of the juice in their fortification and storage. *Beer and beverages*. 2016;(5):32–34. (In Russ.)
5. Khokonova M.B., Khokonov A.B. Changes in the quality of soft drinks during storage. *Sbornik izbrannyh statej po materialam nauchnyh konferencij* [Collection of selected articles based on materials of scientific conferences]. SPb. 2020: 118–120. (In Russ.)
6. Gusev M.V., Mineeva L.A. Biohimiya rastitel'nogo syr'ya [Biochemistry of plant raw materials]: uchebnoe posobie. Moscow: Akademiya, 2003. 464 p. (In Russ.)
7. Eliseeva L.G., Ivanova T.N., Evdokimova O.V. *Tovarovedenie i ekspertiza produktov pererabotki plodov i ovoshchej* [Commodity research and examination of products of processing of fruits and vegetables]: uchebnoe posobie. Moscow: Dashkov i Ko, 2009. 367 p. (In Russ.)
8. Neverova O.A., Gorelikova G.A., Poznyakovskij V.M. *Pishchevaya biotekhnologiya produktov iz syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya* [Food biotechnology of products from raw materials of plant origin]. Novosibirsk: Sibirskogo universiteta izd-vo, 2007. 416 p. (In Russ.)
9. Romanova E.V., Vvedenskij V.V. *Tekhnologiya hraneniya i pererabotki produkci rastenievodstva* [Technology of storage and processing of crop products]: uchebnoe posobie. Moscow: Rossijskij universitet druzhby narodov, 2012. 188 p. [Electronic resource]. Access mode: <http://biblioclub.ru> (In Russ.)
10. Skripnikov Yu.G. *Proizvodstvo vin* [Wine production]: uchebnoe posobie. Michurinsk: izd-vo MichGAU, 2007. 54 p. (In Russ.)

11. Nemenushchaya L.A., Stepanishcheva N.M. *Sovremennye tekhnologii hraneniya i pererabotki plodoovoshchnoj produkcii*. [Modern technologies for storage and processing of fruits and vegetables]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2009. 172 p. (In Russ.)

12. Capalova I.E. *Ekspertiza produktov pererabotki plodov i ovoshchej* [Examination of products of processing fruits and vegetables]: uchebnoe posobie. Novosibirsk: Sibirskogo universiteta izd-vo, 2003. 271 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Хоконов Алим Борисович – аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 1153164

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, AuthorID: 467141, Scopus ID: 57203266828

Information about the authors

Alim B. Khokonov – Postgraduate student, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 1153164

Madina B. Khokonova – Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Professor of the department of technology production and processing of agricultural product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 12.08.2022;
одобрена после рецензирования 02.09.2022;
принята к публикации 06.09.2022.*

*The article was submitted 12.08.2022;
approved after reviewing 02.09.2022;
accepted for publication 06.09.2022.*

ЭКОНОМИКА

ECONOMY

Научная статья

УДК 332.64

doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-145-152

**Структурный анализ кадастровой стоимости земельных участков
населенных пунктов (на примере Кабардино-Балкарской Республики)**

Валерий Михайлович Казиев¹, Индира Руслановна Микитаева²,
Джамиля Салыховна Гуппоева³

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

¹val-kaziev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1246-7455>

²diseconkbgau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1299-7923>

³dzhami.2002@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6652-681X>

Аннотация. Исследована структура кадастровой стоимости, как факта налогооблагаемой базы, и разработан оптимальный подход к оценке стоимости земельного участка в рамках поселения для достижения баланса между ставкой налогообложения и нормальным финансированием местных бюджетов, обеспечивающий максимально точное определение налоговой базы, что является важнейшим условием роста качества контроля налогового законодательства. В статье представлен анализ структуры кадастровой стоимости, которая является стоимостью в пользовании, при этом она предопределена полезностью объекта недвижимого имущества, отражая определенные эксплуатационные возможности объекта для конкретного владельца, не связанного с куплей-продажей и с другими рыночными операциями. Согласно методических указаний, метод оценки, используемый оценочной бюджетной организацией, основывается на рыночной стоимости, которая характеризуется способностью недвижимого имущества обмениваться на деньги и товары. Определение кадастровой стоимости проводится по схожим характеристикам купли-продажи и определяется как средняя рыночная цена типового объекта, построенная на обобщении рыночных цен объектов недвижимости в рамках выделенных ценовых зон. Противоречия в практике определения стоимости земли предопределяет необходимость разработки предложений и рекомендаций по уменьшению единицы налоговой базы в рамках минимальной стоимости по поселению при определении кадастровой стоимости земельного участка.

Ключевые слова: земля, недвижимость, кадастровая стоимость, рыночная цена, средняя, минимальная

Для цитирования. Казиев В. М., Микитаева И. Р., Гуппоева Д. С. Структурный анализ кадастровой стоимости земельных участков населенных пунктов (на примере Кабардино-Балкарской Республики) // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 145–152. doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-145-152

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №20-010-00838

Original article

Structural analysis of the cadastral value of land plots in settlements on the example of the Kabardino-Balkarian Republic

Valery M. Kaziev¹, Indira R. Mikitaeva², Dzhamilya S. Gyppoeva³

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

¹val-kaziev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1246-7455>

²diseconkbgau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1299-7923>

³dzhami.2002@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6652-681X>

Abstract. The structure of the cadastral value, as a fact of the taxable base, has been studied, and an optimal approach has been developed for assessing the value of a land plot within a settlement in order to achieve a balance between the tax rate and the normal financing of local budgets, ensuring the most accurate determination of the tax base, which is the most important condition for improving the quality of control of tax legislation. The article presents an analysis of the structure of the cadastral value, which is the value in use, while it is predetermined by the usefulness of the real estate object, reflecting certain operational capabilities of the object for a particular owner, not associated with the sale and other market transactions. According to the guidelines, the valuation method used by the appraisal budgetary organization is based on the market value, which is characterized by the ability of real estate to be exchanged for money and goods. The determination of the cadastral value is carried out according to similar characteristics of the sale and purchase and is determined as the average market price of a typical object, built on a generalization of the market prices of real estate objects within the selected price zones. Contradictions in the practice of determining the value of land predetermine the need to develop proposals and recommendations for reducing the unit of the tax base within the framework of the minimum value for a settlement when determining the cadastral value of a land plot.

Keywords: land, real estate, cadastral value, market price, average, minimum

For citation. Kaziev V.M., Mikitaeva I.R., Gyppoeva Dg.S. Structural analysis of the cadastral value of land plots in settlements on the example of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):145–152. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-145-152

Financial support. The article was prepared with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, project No. 20-010-00838

Введение. Кадастровая стоимость земельного участка, как объекта недвижимости, есть эквивалент стоимости, определяется в целях, предусмотренных законодательством РФ, в том числе для налогообложения, и является обязательным, безвозмездным платежом, взыскиваемым с организаций и физических лиц в форме отчуждения.

В целях функционирования государства и муниципальных образований, налоги на землю в РФ и КБР, в частности, являются местными и определяют размер платы за имущество физических лиц, остающихся на территории муниципалитетов.

Достижение баланса между ставкой налогообложения и нормальным финансированием местных бюджетов «невозможно без обеспечения максимально точного определения налоговой базы, что является важнейшим условием роста качества контроля налогового законодательства» [1].

Цель исследования – провести структурный анализ кадастровой стоимости, как факта налогооблагаемой базы, разработать оптимальный подход к оценке стоимости земельного участка в рамках поселения для целей налогообложения.

Материалы, методы и объекты исследования. Кадастровая стоимость объекта недвижимого, в частности земельного участка, устанавливается для целей, предусмотренных законодательством РФ, в том числе для налогообложения, на основании рыночной (предпочтительно) или иных исходных данных, связанных с экономическими характеристиками эксплуатации объекта, для каждого рынка посегментно, но возможен сбор данных в рамках «рыночной информации о ценах сделок предложений»¹, если нет иной, и позиционируется как усредненный показатель рыночной стоимости².

Исчисление кадастровой стоимости объекта определяется как «расчет вероятной суммы типичных для рынка затрат, необходимых для приобретения объекта недвижимого имущества на открытом рынке»³, в условиях «свободной конкуренции», исходя из «предположения о возможности его добровольного отчуждения»⁴.

Однако стоит учитывать тот факт, что большинство земельных участков используется для удовлетворения первичных потребностей человека, для ведения личного подсобного хозяйства. Соответственно, необходимо говорить о рассмотрении кадастровой стоимости строго в рамках категории существующего использования, без учета прибыли на капитал.

«Кадастровая стоимость земельного участка – это публичный эквивалент ее стоимости»⁵ и здесь необходимо отметить, что Федеральный Стандарт Оценки N 2 «Цель оценки и виды стоимости»⁶ определяет виды

стоимости объекта оценки, такие как рыночная, инвестиционная, ликвидационная и кадастровая.

Основные положения СТО РОО 21-01-98⁷ (сегодня не используется в оценочной деятельности) глубже определяют виды стоимости – это рыночные, характеризующиеся как стоимость в обмене, и нерыночные виды стоимости, рассчитываемые исходя из потребительских характеристик или согласно государственным или ведомственным нормативам, остаточная стоимость, стоимость замещения, стоимость реализации, страховая стоимость, налогооблагаемая стоимость.

Специалисты в области экономики недвижимости определяют стоимость как денежный эквивалент разнообразных видов недвижимого имущества в конкретный момент времени, зависящий от целей оценки, полноты оцениваемых прав, и сведены в три основные группы (рис. 1):

- стоимость в обмене как выражение рыночной стоимости;
- стоимость в пользовании как выражение потребительской стоимости;
- специальные виды стоимости.



Рисунок 1. Группы стоимости недвижимого имущества. Источник: [2, 3]

Figure 1. Real estate value groups. Source: [2, 3]

«Группа «стоимость в обмене» характеризуется способностью оцениваемого объекта обмениваться на деньги или на другие товары, носит объективный характер и лежит в основе проведения операций с недвижимым имуществом на рынке купли-продажи, передачи в аренду и залог, внесения в уставные фонды предприятий и т. п.

⁷ СТО РОО 21-01-98. Стандарт Российского общества оценщиков. Оценка недвижимости. Основные положения. Москва, 1998. 30 с.

¹ Приказ Росреестра от 04.08.2021 N П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.12.2021 N 66421).

² Порядок определения кадастровой стоимости земельного участка. URL: <http://www.2m.ru/content/service/kadastrovayastoinost/1.php> (дата обращения: 20.01.2019).

³ Приказ Росреестра от 04.08.2021 N П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке». П. 2. С. 3.

⁴ Там же П. 5. С. 4.

⁵ Кадастровая стоимость земельного участка. URL: <https://www.2m.ru/uslugi/obshchie-voprosy-zemelnykh-otnoshenij/kadastrovaya-stoinost> (дата обращения: 08.03.2022).

⁶ Приказ Минэкономразвития России от 20.05.2015 N 298 «Об утверждении Федерального стандарта оценки «Цель оценки и виды стоимости (ФСО N 2)». С. 3.

Стоимость в пользовании обуславливается полезностью объекта недвижимого имущества при конкретном варианте его использования и носит субъективный характер, отражает сложившиеся возможности эксплуатационной пригодности объекта конкретным владельцем и не связана с куплей-продажей и иными рыночными операциями. Стоимость объекта оценки при существующем использовании есть «стоимость, определяемая исходя из существующих условий и целей его использования» [2, с. 6-10].

Стоимость недвижимого имущества для целей налогообложения – это стоимость объекта, устанавливаемая для определения налоговой базы, рассчитывается в соответствии с положениями нормативных правовых актов.

Здесь складывается парадоксальная ситуация, когда кадастровая стоимость и есть стоимость для налогообложения, которая входит в категорию стоимости в пользовании. Однако ее определение происходит исходя из усредненных показателей рыночной стоимости, которая входит в категорию стоимости в обмене.

В обобщенном виде (исходя из затратного, доходного, сравнительного подходов) оценочную рыночную стоимость недвижимости $V_{OC} = V_{PC}$ можно представить в виде трех компонентов, таких как: стоимость земли V_3 , стоимость улучшений V_y , прибыль на капитал $V_{ПК}$.

$$V_{OC} = V_3 + V_y + V_{ПК}.$$

Прибыль на капитал $V_{ПК}$ характеризует группу стоимости в обмене – рыночную стоимость.

Без учета прибыли на капитал $V_{ПК}$ мы имеем характеристику стоимости в пользовании.

$$V_{СВП} = V_3 + V_y.$$

Здесь необходимо уточнить, что инвестиционные стоимости, хотя и входят в стоимость в пользовании, при этом должны учитывать прибыль на капитал, так как определяются исходя из доходности для конкретного лица, т.е. это должна быть рыночная стоимость при существующем использовании.

При определении кадастровой стоимости применяют методы массовой и индивидуальной оценки на базе таких основных подходов, как «сравнительный, затратный и доходный»¹, в рамках которых проводится по-

строение подобных характеристик моделей, определяющих кадастровую стоимость.

Для моделирования стоимости принимается к использованию методология любого из подходов как по отдельности, так и в совокупности подходов и методов. Выбор подхода и методов или обоснованный отказ от их использования выполняется исходя из особенностей вида разрешенного использования или функционального назначения недвижимого имущества, а также «достаточности и достоверности располагаемой рыночной информации, которая определяется по итогам анализа рынка»².

«Для исчисления кадастровой стоимости бюджетным государственным учреждением (БГУ) осуществляется сбор и анализ информации о рынке объектов недвижимости и анализируется информация, не относящаяся непосредственно к объекту, но оказывающая влияние на его стоимость»³. Определяются ценообразующие факторы – влияние местоположения объектов, как составного фактора, но не учитывается первый и основной фактор – экология района и правовые взаимоотношения участников сделки купли-продажи.

Можно утверждать, что все ценообразующие факторы сводятся к рыночной стоимости, а точнее к цене предложения, что является крайне неточным результатом.

Определение рыночной стоимости земельного участка в черте населенного пункта может проводиться [3, с. 440-474] методом сравнения продаж, распределения, выделения, предполагаемого использования, капитализации земельной ренты.

Рассматривая любой из методов, следует обратить внимание на то, что определение стоимости земли в объекте недвижимости напрямую связано с его улучшениями.

Независимо от совместного или раздельного определения кадастровой стоимости объектов недвижимости⁴, как только мы

кадастровой оценке». (Зарегистрировано в Минюсте России 17.12.2021 N 66421). С. 4.

² Там же.

³ Там же. П. 26. С. 11.

⁴ Приказ Минфина РФ от 29.07.1998 N 34н (ред. от 24.12.2010, с изм. от 08.07.2016) «Об утверждении Положения по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 27.08.1998 N 1598). URL:www.consultant.ru (дата обращения: 09.03.2022). П. 24. С. 10.

¹ Приказ Росреестра от 04.08.2021 N П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной

принимая к расчету любой из методов, то, прямо или косвенно, сталкиваемся с понятиями прибыль, доход и расход правообладателя, даже подход сравнения продаж, по сути, представляется в виде трех компонентов, таких как: стоимость земли V_3 , стоимость улучшений V_y , прибыль на капитал $V_{ПК}$.

В правоустанавливающих документах и нормативных актах^{1, 2, 3, 4, 5} [2, 3] в составе кадастровой стоимости, определенной затратным подходом, включена «прибыль предпринимателя»⁶, хотя юридически правомерней называть её «прибыль на капитал» и рассчитывать без учета инфляции инфляцией⁷.

Если под нормой доходности для инвестиций в строительство (Y) принимается сметная прибыль, тогда можно предположить, что размер нормы доходности не оправдан, так как в расчетах не принимается инфляция и систематические и не систематические риски, но сравнительный метод все-таки рыночный и инфляция в нем учитывается.

Сама переоценка проводится в связи с увеличением рыночных стоимостей на недвижимость, а увеличение подталкивает инфляция, но тогда возникает вопрос, для каких целей переоценивать, если анализ не учитывает инфляцию.

Результаты исследования. В современных условиях норма доходности для инвестиций или прибыль на капитал определяется с помо-

щью теории риска, и реальная прибыль в структуре рыночной стоимости составляет порядка 100%, что демонстрирует таблица 1.

Предлагается принять в качестве нормы доходности сметную прибыль, приблизительно 20%, в стоимостях, связанных с налогообложением, а это значит, что удельный показатель кадастровой стоимости должен быть меньше рыночной примерно на 80%.

Величина кадастровой стоимости, в силу действующего законодательства, определяется как усредненный показатель рыночной стоимости⁸. Среднее значение в математике – это числовая характеристика, заключенная между наименьшим и наибольшим показателем числового содержания [2, 3].

Но в теории вероятностей и статистике показателями центра распределения являются не параметрические средние, а, например, мода – это наиболее часто встречающееся значение варьирующего признака в вариационном ряду, что наиболее точно отражает случайные события, случайные величины, их свойства и операции над ними.

При анализе рыночной информации для расчета оценочных стоимостей, например, в доходном подходе при вычислении операционных доходов и расходов пользуются модой [3–5].

В приказе об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке установлено, что «при определении кадастровой стоимости на базе рыночной стоимости кадастровая стоимость объекта недвижимости (в частности земельного участка), не может превышать величины его рыночной стоимости, определенной на ту же дату»⁹, но на практике часто встречаются ситуации, когда кадастровая стоимость превышает рыночную.

Такая коллизия происходит из-за того, что и усредненный показатель, и мода выше реальной стоимости более чем в 50% случаев, что приводит к большому количеству споров о результатах определения кадастровой стоимости (табл. 1).

¹ Приказ Минфина РФ от 29.07.1998 N 34н (ред. от 24.12.2010, с изм. от 08.07.2016) «Об утверждении Положения по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 27.08.1998 N 1598). URL: www.consultant.ru (дата обращения: 09.03.2022).

² Налоговый кодекс Российской Федерации (НК РФ) (с изменениями и дополнениями). URL: http://ivo.garant.ru (дата обращения: 17.03.2022).

³ Федеральный закон от 03.07.2016 N 237-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О государственной кадастровой оценке». URL: www.consultant.ru (дата обращения: 15.03.2022).

⁴ Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О государственной регистрации недвижимости» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022). URL: www.consultant.ru (дата обращения: 15.03.2022).

⁵ Федеральный закон от 29.07.1998 N 135-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об оценочной деятельности в Российской Федерации». URL: www.consultant.ru (дата обращения: 08.03.2022).

⁶ Приказ Росреестра от 04.08.2021 N П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.12.2021 N 66421). П. 46. С. 28.

⁷ Там же. П. 46.3. С. 29.

⁸ Порядок определения кадастровой стоимости земельного участка. URL: http://www.2m.ru/content/service/kadastrovayastoinost/1.php (дата обращения: 20.01.2019).

⁹ Приказ Росреестра от 04.08.2021 N П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.12.2021 N 66421). П. 6. С. 4–5.

Таблица 1. Кадастровые стоимости средние, мода, минимальные
Table 1. Average cadastral values, fashion, minimum

№	г. Нальчик – квартал 07:09:0102091		г. Нальчик – квартал 07:09:0104019		г. Чегем – квартал 07:08:0101068	
	1	среднее	968,43	среднее	738,70	среднее
2	мода	661,27	мода	831,19	мода	216,64
3	минимальное	419,55	минимальное	373,48	минимальное	216,64
Количество объектов с меньшими показателями						
4	среднее	12	среднее	19	среднее	3
5	мода	2	мода	6	мода	19

Необходимо отметить, что за 2020 год общее количество заявлений о пересмотре результатов установления кадастровой стоимости, поданных в комиссии (с февраля 2022 года упряднены) по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости при территориальных органах Росреестра, составляет 24367 единиц в отношении 38726 объектов недвижимого имущества [6].

Было проанализировано 357 участков в г. Нальчике и 402 объекта в г. Чегеме, визуально обследовано 72 участка и определены средние показатели и мода по кварталам. Характеристики исследуемых участков недвижимости поквартально были опубликованы в работах [6, 7].

Обращает на себя внимание некоторое противоречие в стоимостях объектов недвижимости, расположенных в одном квартале, в одном месте, например, в г. Нальчике:

- квартал 07:08:0104019, многоквартирные дома, № 518 – кадастровая стоимость 831,19 руб./м², № 517 – кадастровая стоимость 383,14 руб./м², находящиеся рядом, но имеют такую разную кадастровую стоимость, и в том же месте – пустой участок № 1946 – кадастровая стоимость 373,48 руб./м².

- квартал 07:09:0102091 (площадь 400-летия присоединения Кабарды к России), два многоквартирных дома имеют разную кадастровую стоимость, № 234 – кадастровая стоимость 2 131,00 руб./м², № 1068 – кадастровая стоимость 929,68 руб./м², при этом центральный универмаг № 252 – кадастровая стоимость 1 102,15 руб./м², а казначейство № 25 – кадастровая стоимость 419,55 руб./м².

Г. Чегем: 07:08:0101068, № 32 – кадастровая стоимость 288,78 руб./м² – пустой уча-

сток, № 14 – кадастровая стоимость 216,64 руб./м² и № 1 – кадастровая стоимость 222,77 руб./м² и два участка с капитальными домами и недостроенный дом № 15 – кадастровая стоимость 216,64 руб./м² [6].

Возникает вопрос, почему у жилой постройки стоимость больше в два раза, нежели у торгового центра (что торговый центр зарабатывает меньше, чем физическое лицо), и в 4 раза больше, чем у административного здания. Три разные цены кадастровой стоимости, даже определенные различными методами (в рамках сегментов, функциональных подгрупп и ценовых зон), не могут так различаться.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что анализ рыночных стоимостей для определения кадастровой стоимости не проводился, и применение «построения по схожим характеристикам» весьма сомнительно и «определение средней рыночной цены типового объекта в рамках оценочного зонирования, основанного на обобщении рыночных цен на объекты недвижимости в рамках выделенных ценовых зон»¹, выглядит весьма двусмысленно.

Такой разброс и неточности оценки могут аргументироваться только необходимостью в сборе определенного количества налогов в местные администрации.

Выводы. Структурный анализ кадастровой стоимости земельных участков населен-

¹ Приказ Росреестра от 04.08.2021 N П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.12.2021 N 66421). URL: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=403900#nF7CTzSWG6UbuBS52> (дата обращения: 08.03.2022). П. 40.4. С. 21.

ных пунктов показал, что, определяя кадастровую стоимость на базе рыночных цен предложения, необходимо цены предложения приводить к стоимости без учета прибыли на капитал, так как кадастровая стоимость предопределена для целей налогообложения и является стоимостью в пользовании и не связана с рыночными операциями.

На первом этапе, анализируя рыночные стоимости для определения кадастровой, необходимо приводить ее к стоимости в использовании для налогообложения (уменьшать ее на 80%), и принимать единицу налоговой базы на земельный участок в виде

наименьшего показателя кадастровой стоимости в кадастровом квартале.

На втором этапе – принять за базовую кадастровую стоимость земельного участка минимальную по поселению, что позволит развивать его в качестве единого целого, с точки зрения привлекательности всей территории, в установленных границах поселений.

Такой подход снизит налоговое бремя и даст возможность перераспределить высвободившиеся деньги в реальный сектор экономики, производящий материальные и нематериальные товары и услуги.

Список литературы

1. Мишустин М. В. Методика расчета кадастровой стоимости объектов оценки на основе статистического моделирования // *Экономические науки*. 2009. № 12(6). С. 352–358.
2. Мирзоян Н. В. Оценка стоимости недвижимости. Московская финансово-промышленная академия. М., 2005. 199 с.
3. Грибовский С. В., Иванова Е. Н., Львов Д. С., Медведева О. Е. Оценка стоимости недвижимости. М.: ИНТЕРРЕКЛАМА, 2003. 704 с. ISBN 5-8137-0098-6
4. Симионова Н. Е., Шеина С. Г. Методы оценки и технической экспертизы недвижимости: учебное пособие. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2006. 448 с. ISBN 5-241-00702-4
5. Экономика недвижимости: учеб. пособие / Под ред. В. И. Ресина; Академия народного хозяйства при Правительстве РФ. М.: Дело, 1999. 328 с.
6. Казиев В. М., Микитаева И. Р., Гуппоева Д. С. Единица налогооблагаемой базы на земельный участок населенных пунктов – наименьший показатель кадастровой стоимости в кадастровом квартале // Сборник научных трудов по итогам конференции «Обеспечение устойчивого и биобезопасного развития АПК», 27-28 апреля 2022 г. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. С. 209–214.
7. Казиев В. М., Микитаева И. Р., Гуппоева Д. С. Анализ структуры определения кадастровой стоимости земельных участков населенных пунктов на базе Кабардино-Балкарской республики // Сборник научных трудов по итогам VIII международной научно-практической конференции, «Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность», 22 марта 2022 г. Нальчик, 2022. С. 147–150.

References

1. Mishustin M.V. Methodology for calculating the cadastral value of appraisal objects based on statistical modeling. *Economic sciences*. 2009;12 (6):352–358. (In Russ.)
2. Mirzoyan N.V. Valuation of real estate. Moscow. Financial and Industrial Academy. M., 2005. 199 p. (In Russ.)
3. Gribovsky S.V., Ivanova E.N., Lvov D.S., Medvedeva O.E. Valuation of real estate. M.: INTERREKLAMA, 2003. 704 p. ISBN 5-8137-0098-6. (In Russ.)
4. Simionova N.E., Sheina S.G. *Metody ocenki i tekhnicheskoy ekspertizy nedvizhimosti* [Methods for assessing and technical expertise of real estate]: *uchebnoe posobie*. Moscow: ICC "Mart"; Rostov-on-Don: Publishing Center "Mart", 2006. 448 p. ISBN 5-241-00702-4. (In Russ.)
5. *Ekonomika nedvizhimosti: Ucheb. Posobie* [Real estate economics: Proc. allowance / Ed. V.I. Resina]. Moscow: Delo, 1999. 328 p.(In Russ.)
6. Kaziev V.M., Mikitaeva I.R., Guppoeva D.S. The unit of the taxable base for the land plot of settlements is the lowest indicator of the cadastral value in the cadastral quarter. *Sbornik nauchnyh trudov po itogam konferencii «Obespechenie ustojchivogo i biobezopasnogo razvitiya APK» (27-28 aprelya 2022 g.)* [Collection of scientific papers based on the results of the conference "Ensuring sustainable and biosafe development of

the agro-industrial complex" (April 27-28, 2022)]. Nalchik: FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, 2022. Pp. 209–214. (In Russ.)

7. Kaziev V.M., Mikitaeva I.R., Guppoeva D.S. Analysis of the structure of determining the cadastral value of land plots of settlements on the basis of the Kabardino-Balkarian Republic. *Sbornik nauchnyh trudov po itogam VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sel'skohozyajstvennoe zemlepol'zovanie i prodovol'stvennaya bezopasnost'»* [Collection of scientific papers following the results of the VIII international scientific and practical conference "Agricultural land use and food security"]. March 22, 2022, Nalchik. Pp. 147–150. (In Russ.)

Сведения об авторах

Казиев Валерий Михайлович – кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства и экспертизы недвижимости, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», советник Российской Инженерной Академии (РИА), SPIN-код: 8411-5658, Author ID: 334811

Микитаева Индира Руслановна – кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства и экспертизы недвижимости, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4219-0450, Author ID: 383357

Гуппоева Джамия Салыховна – студент направления подготовки «Землеустройство и кадастры», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8514-1327, Author ID: 1159954

Information about the authors

Valery M. Kaziev – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Real Estate Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Advisor to the Russian Engineering Academy (RIA), SPIN-code: 8411-5658, Author ID: 334811

Indira R. Mikitaeva – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Real Estate Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4219-0450, Author ID: 383357

Dzhamilya S. Guppoeva – Student of the field of study "Land Management and Cadastres", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8514-1327, Author ID: 1159954

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

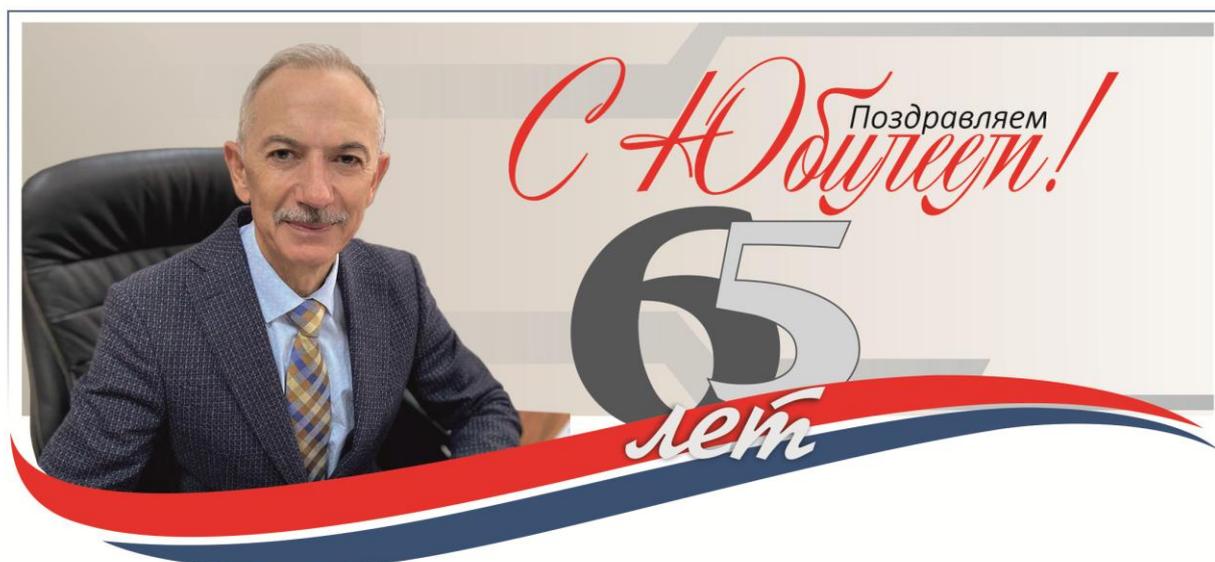
Author's contribution. All authors were directly involved into the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 19.08.2022;
одобрена после рецензирования 06.09.2022;
принята к публикации 09.09.2022.*

*The article was submitted 19.08.2022;
approved after reviewing 06.09.2022;
accepted for publication 09.09.2022.*



Профессор Кудаев Руслан Хажимусаевич отмечает свой юбилей!

В сентябре проректор по учебной работе Кабардино-Балкарского ГАУ, профессор Руслан Хажимусаевич Кудаев, отмечает своё 65-летие.

Руслан Кудаев родился 24 сентября 1957 года в селе Каракемир Курдайского района Казахской ССР. Начал свою трудовую деятельность в должности инженера научно-исследовательского сектора Кабардино-Балкарского госуниверситета. С 1982 года работает в Кабардино-Балкарском государственном аграрном университете на различных должностях: агроном, младший научный сотрудник НИСа, ассистент, старший преподаватель, доцент кафедры плодоводства и виноградарства. С 1998 года профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров. В этом же году был избран деканом факультета товароведения и коммерции (1998-2000 гг., 2005-2010 гг.).

С апреля 2000 по 2005 и с 2010 по 2020 гг. – проректор по учебно-воспитательной работе, с 2020 по настоящее время – проректор по учебной работе Кабардино-Балкарского ГАУ.

С 1995 по 1997 годы Руслан Хажимусаевич обучался в докторантуре Московской сельскохозяйственной академии им. Тимирязева, по завершению которой защитил докторскую диссертацию, посвящённую совершенствованию технологии выращивания садов на горных склонах. Научные труды профессора Кудаева Р. Х., получившие широкое

признание ведущих специалистов и учёных, опубликованы в общепризнанных изданиях как в России, так и за рубежом.

Кудаев Р. Х. активно и плодотворно участвует в совершенствовании методической базы научно-педагогической деятельности вуза. Им издано более 100 научно-методических разработок.

Наряду с этим, Руслан Хажимусаевич постоянно совершенствует свою профессиональную квалификацию, осуществляет внедрение современных методов обучения в процесс подготовки специалистов для агропромышленного комплекса. Так, в 2007-2008 годах он прошёл обучение по комплексной программе Рособнадзора и Росаккредагентства и является сертифицированным федеральным экспертом качества профессионального образования, в качестве которого неоднократно привлекался для процедуры лицензирования и аккредитации вузов и научно-исследовательских институтов России.

Профессор Кудаев Р. Х. ведёт активную научно-исследовательскую работу, руководит исследованиями аспирантов и соискателей по проблемам садоводства.

За многолетнюю плодотворную педагогическую деятельность в 2006 году Кудаев Р. Х. был награждён Почётной грамотой Правительства Кабардино-Балкарской Республики, а в 2007 году – Почётной грамотой Министерства образования и науки КБР. В 2001 году ему было присвоено звание «Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации», а в 2011 году –

«Заслуженный работник образования Кабардино-Балкарской Республики». В 2016 году Р. Х. Кудаев получил благодарность от Главы КБР.

Уважаемый Руслан Хажимусаевич!

Примите слова искреннего поздравления с Вашим юбилеем.

Вы долгие годы служите родному университету, ежедневно отдавая себя без остатка сложной работе, посвящённой подготовке молодого поколения специалистов для агропромышленного комплекса региона и страны.

Ваш высокий профессиональный уровень, целеустремленность, огромное трудолюбие, 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!

**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, пр. Ленина, 1в, e-mail: kbgau.rio@mail.ru**
Контактный телефон: **+7(8662) 40-59-39**

**REQUIREMENTS FOR ARTICLES AND CONDITIONS OF PUBLICATION
IN SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL
«IZVESTIYA OF THE KABARDINO-BALKARIAN STATE
AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER V.M. KOKOV»**

1. Articles on the problems of agricultural development that are of scientific and practical interest to agro-industrial complex specialists are accepted for publication.
2. At the same time, the materials of the article with a cover letter are submitted to the editorial office.
3. Articles are checked for borrowings under the program «Anti-plagiarism» and mandatory peer review.
4. The manuscript of the article is provided in printed (1 copy) and electronic (in Microsoft Word) versions (for third-party authors – in electronic). The volume of the article is 10-12 pages of A4 format, for articles of a review and problematic nature – no more than 25 pages, typeface Times New Roman, size 14, margins 2 cm, indentation 1,25 cm, line spacing 1,5 (for annotations and keywords – font size 12, line spacing 1,0).
5. Tables and formulas must be submitted in Word format; drawings, drawings, photographs, graphics – in electronic form in JPG or TIF format (resolution not less than 300 dpi), as well as in the text of the article in printed form. The lines of graphs and drawings in the file must be grouped. All graphic materials, drawings and photographs must be numbered, signed, translated into English and have a link in the text.
6. The order of registration of the article:
 - type of article (scientific, review, editorial, short communication, etc.) in the upper left corner;
 - UDC index in the upper left corner;
 - DOI (if available);
 - the title of the article (in capital letters) in Russian and English;
 - name, patronymic, surname of the author(s), name of the organization (institution) without indicating the legal form of the legal entity and its address in Russian and English, e-mail address, ORCID (if any);
 - abstract (150-250 words) in Russian and English;
 - keywords (5-10 words or phrases) in Russian and English;
 - information about the author(s): initials, surname, academic degree, position, subdivision, name of organization (institution) in Russian and English;
 - text of the article in Russian.
7. Requirements for the structure of the article:
 - introduction;
 - purpose of the study;
 - materials, methods and objects of research;
 - results of the study;
 - conclusions;
 - list of used literature (in Russian and its transliteration in Latin – References, Vancouver style).
8. Literature (at least 8 and no more than 25 sources, for a review article – no more than 50) is drawn up in accordance with GOST R 7.0.5-2008 in accordance with the sequence of references in the text (citation order). References to literary sources are given by an ordinal number in square brackets (for example, [1]). Literature is given in the languages in which it is published.
9. An article that is not designed in accordance with these requirements and GOST R 7.0.7-2021 is returned to the author for revision. The date of submission of the article is the day the editors receive the version that meets the requirements of the journal.

Editorial address: **360030, Nalchik, 1v Lenin Avenue, e-mail: kbgau.rio@mail.ru**
Contact phone: **+7(8662) 40-59-39**

Редактор – *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 22.09.2022 г. Дата выхода в свет 30.09.2022 г.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Усл.п.л. 18,1. Тираж 300.
Цена свободная.

Адрес издателя: 360030, Россия, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-67-13
E-mail: kbgsha@gambler.ru

Адрес редакции: 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-59-39
E-mail: kbgau.rio@mail.ru

Адрес типографии: 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-95-84
E-mail: kbgau.tipografiya@mail.ru