

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1(17), 2024

ISSN (Print): 2687-1246, ISSN (Online): 2687-1254

«СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ»

Научно-практический журнал по направлениям:

Агрономия, лесное и водное хозяйство.

Зоотехния и ветеринария.

ISSN (Print): 2687-1246,

ISSN (Online): 2687-1254

Основан в 2003 году. Выходит один раз в квартал

«Свободная цена»

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Кулинцев Валерий Владимирович

Доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный работник сельского хозяйства РФ, директор ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Паржанов Жанибек Ануарбекович

Академик академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ВАК, профессор кафедры химии и биологии Шымкентского университета (г. Шымкент, Казахстан).

Газиев Адхам

Доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, зав. отделом разведения и племенного дела каракульских овец Узбекского научно-исследовательского института каракулеводства и экологии пустынь (г. Самарканд, Узбекистан).

Власенко Анатолий Николаевич

Академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Национальной академии Монголии, главный научный сотрудник ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий» (г. Новосибирск, Россия).

Клименко Александр Иванович

Академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, директор ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

(г. Ростов-на-Дону, Россия).

Мирошников Сергей Александрович

Член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор биологических наук, и.о. ректора ФГБОУ ВО Оренбургский государственный университет (г. Оренбург, Россия).

Халилов Магомеднур Бурганудинович

Кандидат технических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ВАК, профессор кафедры технических систем и цифрового сервиса ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ (г. Махачкала, Россия).

AGRICULTURAL JOURNAL

Research and practice journal in the following fields of study:

Agronomy, forestry and water industry.

Zootechny and veterinary science.

ISSN (Print): 2687-1246,

ISSN (Online): 2687-1254

Founded in 2003. Published quarterly.

«Free price»

Founder:

Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus FARC”

CHIEF EDITOR:

Kulintsev Valeriy Vladimirovich

Doctor of Agricultural Sciences, Honoured Worker of Agriculture of the Russian Federation, Director of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Parzhanov Zhanibek Anuarbekovich

Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Higher Attestation Commission, Professor of the Department of Chemistry and Biology of Shymkent University (Shymkent, Kazakhstan).

Gaziev Adkham

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of Department of Karakul Sheep Breeding and Pedigree Work of the Uzbek Research Institute of Karakul Sheep Breeding and Ecology of Deserts (Samarkand, Uzbekistan).

Vlasenko Anatoly Nikolaevich

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Mongolia, Chief Researcher of FSBSI “Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies” (Novosibirsk, Russia).

Klimenko Aleksandr Ivanovich

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honoured Scientist of the Russian Federation, Director of the FSBSI “Federal Rostov Agricultural Research Center”

(Rostov-on-Don, Russia).

Miroshnikov Sergey Aleksandrovich

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Acting Rector of FSBEI HE Orenburg State University (Orenburg, Russia).

Khalilov Magomednur Burganudinovich

Candidate of Technical Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Higher Attestation Commission, Professor of the Department of Technical Systems and Digital Service of the FSBEI HE Dagestan State Agrarian University (Makhachkala, Russia).

Косилов Владимир Иванович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор ВАК, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Оренбургский государственный аграрный университет (г. Оренбург, Россия).

Белобров Виктор Петрович

Доктор сельскохозяйственных наук, заведующий межинститутского отдела по изучению чернозёмных почв ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (г. Москва, Россия).

Молчанов Алексей Вячеславович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова (г. Саратов, Россия).

Есаулко Александр Николаевич

Профессор РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (г. Ставрополь, Россия).

Оробец Владимир Александрович

Доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой терапии и фармакологии ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет (г. Ставрополь, Россия).

Годунова Евгения Ивановна

Доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории экологии почв ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Колесников Владимир Иванович

Доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории ветеринарной медицины ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Дридигер Виктор Корнеевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Ерошенко Федор Владимирович

Доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии растений ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Ковтун Виктор Иванович

Доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный работник сельского хозяйства РФ, главный научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Kosilov Vladimir Ivanovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Higher Attestation Commission, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products, FSBEI HE Orenburg State Agrarian University (Orenburg, Russia).

Belobrov Viktor Petrovich

Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Inter- Institutional Department of the Study of Chernozem Soils of the FSBSI Federal Research Center “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute” (Moscow, Russia).

Molchanov Aleksey Vyacheslavovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Livestock Products, FSBEI HE Saratov State Vavilov Agrarian University (Saratov, Russia).

Esaulko Aleksandr Nikolaevich

Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, FSBEI HE Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russia).

Orobets Vladimir Aleksandrovich

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Internal Medicine and Pharmacology, FSBEI HE Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russia).

Godunova Evgeniya Ivanovna

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Soil Ecology Laboratory of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Kolesnikov Vladimir Ivanovich

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Veterinary Medicine of All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – a branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Dridiger Viktor Korneevich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Crop Growing of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Eroshenko Fedor Vladimirovich

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Plant Physiology, FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Kovtun Victor Ivanovich

Doctor of Agricultural Sciences, Honoured Worker of Agriculture of the Russian Federation, Chief Researcher of the Laboratory of Selective Breeding and Primary Seed Breeding of Winter Wheat of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Айбазов Али-Магомет Мусаевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией воспроизводства и репродуктивных технологий ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Кузыченко Юрий Алексеевич

Доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории возделывания сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

Абдурасулов Абдугани Халмурзаевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарной медицины и биотехнологии Ошского государственного университета, член МАНЭБ, член РАЕ (г. Ош, Киргизия)

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

Погодаев Владимир Аникеевич

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник лаборатории разведения и селекции сельскохозяйственных животных ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (г. Ставрополь, Россия).

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Бобрышова Галина Тимофеевна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (г. Ставрополь, Россия)

Корректор

Аниско Инна Владимировна

Переводчик

Шевякина Светлана Васильевна

Технический редактор

Шевченко Галина Григорьевна.

Адрес издательства:

356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49 (Россия)
Тел: (8652)611-773, (86553)2-32-98,
факс:(86553)2-32-97, ret nec.canf@ofni

Информация о журнале и правила оформления статей размещены на <https://fnac.center>

Адрес редакции и типографии:

355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15
Тел. 8(8652) 71-81-22 (Россия)
vniiook@fnac.center

Регистрационный номер ПИ № ФС77-83012

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (от 31 марта 2022 года) (РОСКОМНАДЗОР)

Журнал включен в перечень ВАК для публикаций основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук. Зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ).

Aibazov Ali-Magomet Musaevich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Reproduction and Reproductive Technologies of All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – a branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Kuzychenko Yury Alekseevich

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Crop Growing of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

Abdurasulov A. K.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine and Biotechnology Osh State University, member of International Academy of Ecology and Life Protection Sciences, member of RANH (Osh, Kyrgyzstan)

EXECUTIVE EDITOR:

Pogodaev Vladimir Anikeevich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honoured Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Laboratory of Breeding and Selection of Farm Animals of All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – a branch of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” (Stavropol, Russia).

EXECUTIVE SECRETARY:

Bobryshova Galina Timofeevna

Candidate of Agricultural Sciences, associate professor (Stavropol, Russia)

Proofreader:

Anisko I.V.

Translator:

Shevyakina S.V.

Technical editor:

Shevchenko G.G.

Address of the publishing house:

356241, Stavropol Territory, Shpakovsky district, Mikhailovsk, 49 Nikonov Street (Russia)
Tel: (8652)611-773; (86553) 2-32-98;
fax: (86553) 2-32-97, ret nec.canf@ofni

Information on the journal and article submission guidelines are available at <https://fnac.center>

Address of the editorial office and

printing house:

355017, Stavropol, Zootekhnicheskiiy, 15
Tel: (8652) 71-81-22 (Russia) vniiook@fnac.center

Registration number ПИ № ФС77-83012

It is registered by Federal Service for Supervision in Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Communications (от 31 марта 2022 года) (ROSKOMNADZOR)

The journal is included in the list of the Higher Attestation Commission for the publication of the main scientific results of dissertations on the search for academic degrees of doctor and Candidate of Sciences. It is registered in the Russian Science Citation Index (RSCI).

Сельскохозяйственный журнал. 2024. №1 (17). С.4-12
Agricultural journal. 2024; № 17 (1). P.4-12

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья

УДК 633.11:631.527

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.1.17.2024

АДАПТИВНЫЙ, УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СОРТ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ СТЕПНЯЧКА 3

Виктор Иванович Ковтун, Людмила Николаевна Ковтун

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, Михайловск,
e-mail: liudmila.kovtun@bk.ru , info@fnac.center

Аннотация. Ведущую роль в зерновом производстве России играет пшеница мягкая озимая. Она обеспечивает: население – продовольствием (продовольственная безопасность страны), промышленность – сырьем, животноводство и птицеводство – кормами. Создание сортов озимой пшеницы с высокой нормой устойчивости генотипа к действию биотических и абиотических стрессоров является важнейшей задачей селекции. Селекция, синтез новых сортов – самый эффективный метод, обеспечивающий экологическую безопасность, снижающий ресурсоэнергозатраты на единицу продукции. В Северо-Кавказском федеральном научном аграрном центре (ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ) создан новый адаптивный, универсальный сорт пшеницы мягкой озимой Степнячка 3. Метод создания сорта – сложная, внутривидовая, ступенчатая гибридизация и непрерывный целенаправленный индивидуальный отбор. В последнем скрещивании принимали участие родительские сорта пшеницы (Спартак х Калым). Степнячка 3 относится к разновидности лютесценс. Сорт высокоурожайный, в среднем за три года (2021–2023) составивший 10,57 т/га, с превышением над стандартом Гром на 2,07 т/га. Максимальная урожайность нового сорта в отдельные годы достигала 14,25 т/га. Степнячка 3 относится к группе среднеспелых сортов. Генетически устойчив к комплексу болезней, с максимальным поражением от 5 % до 10 % (жёлтая ржавчина). Сорт отличается высокой устойчивостью к низким температурам, передавшейся ей от зимоморозостойкого сорта пшеницы Спартак, относящемуся к степному экотипу. Степнячка 3 обладает высокой степенью засухоустойчивости и жаростойкости (5 баллов). Все это – свидетельство его высокой устойчивости к стрессовым условиям, часто наблюдающимся в регионах возделывания наших сортов, значительно различающихся по почвенно-климатическим и агроэкологическим условиям. Для нового сорта характерно высокое содержание белка и клейковины в зерне. Он стабильно формирует по всем показателям высококачественное зерно и относится к сильным пшеницам. Степнячка 3 устойчива к осыпанию и прорастанию зерна на корню.

Ключевые слова: пшеница, сорт, селекция, гибридизация, отбор, урожайность, качество, морозостойкость, засухоустойчивость.

Для цитирования: Ковтун В.И., Ковтун Л.Н. Адаптивный, универсальный сорт пшеницы мягкой озимой Степнячка 3 // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С.4-12. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.1.17.2024

Original article

ADAPTIVE, UNIVERSAL SOFT WINTER WHEAT VARIETY STEPNIACHKA 3

Viktor I. Kovtun, Liudmila N. Kovtun

FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: liudmila.kovtun@bk.ru, info@fnac.center

Abstract. Soft winter wheat plays a leading role in grain production in Russia. It provides the population with food (food security of the country), industry – with raw materials, livestock and poultry farming – with feed. The development of winter wheat varieties with a high level of genotype resistance to biotic and abiotic stressors is the most important task of breeding. Selective breeding and synthesis of new varieties is the most effective method that ensures environmental safety and reduces resource and energy consumption per unit of production. A new adaptive, universal variety of soft winter wheat Stepniachka 3 has been developed in the North Caucasus Federal Agricultural Research Center (FSBSI North Caucasus FARC). The method of variety development is complex, intravariety, stepwise hybridization and continuous targeted individual selection. The parent wheat varieties (Spartak x Kalym) took part in the last crossing. Stepniachka 3 belongs to the lutescens variety. The variety is high-yielding. On average for three years (2021-2023), it was 10,57 t/ha, which exceeded the standard Grom by 2,07 t/ha. The maximum yield of the new variety in particular years reached 14,25 t/ha. Stepniachka 3 belongs to the group of mid-season varieties. It is genetically resistant to a complex of diseases, with a maximum damage from 5% to 10% (stripe rust). The variety is highly tolerant to low temperatures. It has been inherited from the winter-hardy wheat variety Spartak, which belongs to the steppe ecotype. Stepniachka 3 has a high degree of drought and heat tolerance (5 points). All of it is evidence of its high tolerance to stressful conditions, which are often observed in the regions of cultivation of our varieties, which differ significantly in soil-climatic and agroecological conditions. The new variety is characterized by high protein and gluten content in the grain. It consistently produces high-quality grain in all respects and is classified as a strong wheat. Stepniachka 3 is resistant to shedding and germination of grain at the root.

Keywords: wheat, variety, selective breeding, hybridization, selection, yield, quality, frost tolerance, drought tolerance.

For citation: Kovtun V. I., Kovtun L. N. Adaptive, universal soft winter wheat variety Stepniachka 3 // Agricultural journal. 2024. № 17 (1). P.4-12.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/001.1.17.2024

Зерновое производство России основано на производстве зерна зерновых культур, где важнейшее место принадлежит пшенице мягкой озимой, в значительной степени обеспечивающей население продовольствием (хлеб, продовольственная безопасность страны), промышленность – сырьем, животноводство и птицеводство – кормами. Устойчивое зерновое производство – высший элемент политической и экономической стабильности в нашей стране. В увеличении объемов производства зерна и его качества важнейшая роль принадлежит селекции – заслуги этой науки здесь просто огромные. Оптимизация использования особенностей биологического разнообразия выращиваемых сортов пшеницы позволит без дополнительных затрат постоянно повышать и стабилизировать урожайность на более высоком уровне и соответственно увеличивать экономические показатели эффективности сельскохозяйственного производства. Се-

лекция – фактор биологизации и экологизации в растениеводстве. Чем экстремальнее почвенно-климатические условия и чем ниже уровень технологий возделывания, тем выше роль селекции в повышении урожайности зерна и других признаков растений пшеницы. Весьма важными являются создание большого количества новых сортов (много эшелонированного набора сортов) с широкой генетической нормой реакции, адаптированных к разнообразным почвенно-климатическим и агроэкологическим условиям агроценозов, постоянное стремление к снижению разрыва между потенциальной продуктивностью и реализуемой урожайностью зерна в производственных условиях.

Селекция – самый эффективный метод, обеспечивающий экологическую безопасность, снижающий ресурсоэнергозатраты на единицу продукции. Будущее селекции заключается в постоянном создании разнообразия сортов с высокой нормой устойчивости генотипа к действию абиотических и биотических стрессоров [1–4]. Часто в производстве недобором урожая зерна считается полегание растений пшеницы, при котором ухудшается налив зерна, нарушается фотосинтетическая деятельность растений, поэтому созданию генетически устойчивых, неполегающих сортов отводится решающая роль как более экономичному и экологически безвредному методу.

Достаточно сильным стрессором в регионах возделывания озимой пшеницы выступают условия перезимовки. Пшеница может изреживаться или погибать от вымерзания, выпирания, ледяных корок и выпревания.

Самые большие площади в основных регионах возделывания озимой пшеницы занимают экологически пластичные сорта с высокой адаптацией, устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов.

В настоящее время создается большое количество сортов, адаптивных к разнообразным почвенно-климатическим и агроэкологическим агроценозам, разному уровню технологий, предшественников, доз удобрений, с закреплённой в генотипе способностью давать высокую прибавку урожая и других важных хозяйственных признаков за счёт положительной нормы реакции генотипа на высокие дозы минеральных и органических удобрений, пестицидов, мелиорантов, устойчивых к болезням, вредителям и другим стрессам [5–12].

Цель исследования – создание новых конкурентных, пластичных, адаптивных, устойчивых к почвенно-климатическим и агроэкологическим стрессам, с комплексом основных хозяйственных признаков сортов пшеницы для производственных условий Северо-Кавказского, Нижне-Волжского и Центрально-Чернозёмного регионов.

Материал и методы исследований. Основными методами создания конкурентных, пластичных, адаптивных, устойчивых к стрессам сортов озимой пшеницы являются внутривидовая гибридизация сортов, линий, сортообразцов пшеницы с хорошо известными маркерами основных хозяйственных признаков контрольного питомника и конкурсных испытаний собственной селекции, выделенные и изученные образцы из мировой коллекции ВИР и СИММИТ, а также новые районированные в России сорта пшеницы. Применяются прямые, обратные, конвергентные, сложные ступенчатые и насыщающие скрещивания. На протяжении всех этапов селекционного процесса проводится целенаправленный, непрерывный, индивидуальный отбор по признакам созданной нами модели универсальных сортов пшеницы.

Изучение сортов проводилось по пару по типу конкурсных испытаний. Метод размещения сортов в опыте систематический, повторность четырёхкратная, площадь делянки – 10 м². Вносились сложные минеральные удобрения в действующем веществе: 40 кг азота, 60 кг фосфора, 40 кг калия на 1 гектар.

Осуществлялась культивация на глубину 5–7 см. Норма высева составляла 5 миллионов всхожих зерен на 1 гектар.

Изучение, наблюдения, оценки и учеты проходили на основе «Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [13].

Физико-химические и технологические показатели определяли по методике оценки технологических качеств зерна [14] и методическим рекомендациям по оценке качества зерна [15], математическая обработка полученных результатов – по «Методике полевого опыта» [16]. Оценку морозостойкости озимой пшеницы осуществляли по методу В.А. Юрьева и др. [17], усовершенствованному автором данной статьи и описанному в монографии [1].

Изучение морозостойкости проходило следующим образом. При наступлении оптимальных сроков сева на открытой площадке в естественных полевых условиях сортообразцы высеваются в деревянные ящики размером (35 x 25 x 10 см) в рядки по 20 зерен. Всего – 7 рядков, в трёхкратной повторности. В первом рядке располагается стандарт Безостая 1, в четвертом рядке – стандарт Дон 95. Остальные пять рядков в каждом посевном ящике занимают изучаемые сортообразцы. В естественных условиях растения пшеницы всходят, кустанятся. В январе–феврале проводится промораживание сортообразцов. Промораживание каждого из изучаемых сортообразцов осуществляется при трех разных температурах с различием по камерам в 2 °С с целью определения порога, при котором происходит гибель слабо- и среднеморозостойких сортов. Например, в зависимости от закалки растений доводятся и разные температуры в узел кущения растений – минус 19, 21 и 23 °С или минус 21, 23, 25 °С, затем подсчитывается количество живых и погибших растений и определяется морозостойкость. Сортообразцы, морозостойкость которых ниже среднеморозостойкого сорта Безостая 1, выбраковываются. Сортообразцы, морозостойкость которых находится на уровне и выше морозостойкого сорта Дон 95, обладающие комплексом основных хозяйственных признаков, передаются на государственное изучение в регионы с суровыми зимами: Центрально-Черноземный, Нижне и Средне-Волжский.

Результаты исследований и их обсуждение. Методом непрерывного целенаправленного индивидуального отбора выведен новый сорт пшеницы Степнячка 3 (синоним 1084/19). В последнем скрещивании принимали участие родительские сорта пшеницы (♀ Спартак × ♂ Калым). Скрещивание данных сортов проведено в 2014 году, в F1 и F3, новый сорт изучался в 2015 и 2016 годах. Выделение элитного растения приходится на 2017 год. В контрольном питомнике сортообразец изучался в 2019 году, в предварительном и конкурсных испытаниях – в 2020–2023 годах.

Степнячка 3 относится к разновидности лютесценс. Растения полукарликовые, прямостоячие, высота растений составляет 78–82 см. Колос белый, остистый, пирамидальный, средний плотности, прямостоячий. Колосковая чешуя ланцетная, нервация хорошо выражена. Зубец колосковой чешуи короткий, острый. Плечо скошенное, средней ширины. Киль выражен сильно. Зерно слегка опушенное, яйцевидной формы, красное, средней величины (7-8 мм), масса 1 000 зерен – 38,5-43,5 г.

Степнячка 3 – высокоурожайный сорт пшеницы. В среднем за три года (2021–2023) его урожайность составила 10,57 т/га, превышая показатель стандарта Гром на 2,07 т/га (таблица).

Максимальная урожайность в отдельные годы у него насчитывала 4,25 т/га. Следует отметить, что, независимо от складывающихся погодно-климатических условий во время проведения исследований, он неизменно формировал урожайность зерна достоверно и значительно выше стандартного сорта Гром. Это является доказательством высокой пластичности и стабильности проявления данного признака в изменяющихся условиях среды, закрепленных и контролируемых генетической системой нового сорта.

Урожайный потенциал нового генотипа очень высокий – он относится к группе высокоурожайных сортов. Данный сорт способен при давлении на него различных абиотических и биотических факторов в условиях производства формировать наибольшую массу зерновой фракции из общей массы зерно/солома.

Степнячка 3 созревает на два дня позже стандарта, который относится к средне-спелым сортам. Новый сорт также относится к группе среднеспелых сортов пшеницы. Более длинный вегетационный период позволяет новому сорту значительно увеличить свой урожайный потенциал. Известно, что на юге России, где располагаются основные посевные площади озимой пшеницы, среднеспелые сорта, как более урожайные, занимают до 60–65 % этих площадей, скороспелые – до 30 % и лишь около 4-5 % занимают позднеспелые сорта, созревающие на 7–10 дней позже среднеспелых сортов.

Хозяйственно-биологическая характеристика
сорта озимой пшеницы Степнячка 3, КСИ (2021–2023 гг.)

Таблица

Table

Economic and biological characteristics of
winter wheat varieties Stepniachka 3 (2021–2023)

Показатели	Единица измерения	Сорта		± к сорту Гром	НСР05
		Степнячка 3	Гром, стандарт		
Урожайность	т/га	10,57	8,50	+2,07	0,29
Вегетационный период	дни	250	248	+2	1,3
Высота растений	см	78	81	-3	4
Устойчивость к полеганию	балл	5,0	5,0	±0	0,1
Максимальное поражение: бурой ржавчиной	%	5	20	–	–
стеблевой ржавчиной	%	5	20	–	–
желтой ржавчиной	%	10	25	–	–
мучнистой росой	балл	1	1	–	–
вирусом желтой карликовости ячменя	%	5	20	–	–
пиренофорозом	%	5	40	–	–
септориозом	%	сл.	25	–	–
фузариозом	%	сл.	20	–	–
Зимостойкость	балл	5,0	5,0	±0	0,1
Морозостойкость	%	91,3	66,9	+24,4	12,8
Натура зерна	г/л	808	811	-3	4,0
Стекловидность	%	57	53	+4	2,6
Содержание белка в зерне	%	15,2	14,5	+0,7	0,5
Содержание клейковины в зерне	%	28,5	26,0	+2,5	1,2
Группа клейковины	ИДК	I	II	–	–
Хлебопекарная сила муки	е.а.	331	263	+68	22
Объем хлеба из 100 г муки	см ³	799	785	+14	20
Общая оценка хлеба	балл	4,9	4,1	+0,8	0,2
Устойчивость к осыпанию зер- на	балл	5,0	4,7	+0,3	0,1
Устойчивость к прорастанию зерна на корню	балл	5,0	5,0	±0	0,1
Засухоустойчивость	балл	5,0	4,5	+0,5	0,2
Жаростойкость	балл	5,0	4,8	+0,2	0,1
Пригодность к механизированной уборке		пригоден	пригоден	–	–
Вымолачиваемость зерна	балл	5,0	5,0	±0	0,1

По длине стебля он на 3 см ниже полукарлика Гром. Для него характерны высокая устойчивость к полеганию (5 баллов) и полевая устойчивость к болезням в период роста и развития растений.

Максимальное поражение болезнями нового сорта в годы предварительных и конкурсных испытаний (2020–2023) составляло до 10 % (желтая ржавчина). Степнячка 3 – генотипически устойчивый к комплексу болезней сорт пшеницы. Известно, что возделывание в производстве таких сортов оказывается менее затратным, чем при использовании химического метода борьбы, не всегда дающего желаемый эффект и наносит большой вред окружающей среде.

Новый генотип обладает высокой зимостойкостью, особенно морозостойкостью. В экстремальных условиях, при промораживании, понижении в камерах низких температур до минус 23–25 °С в узле кущения растений, в среднем за годы изучения (2021–2023) у него сохранилось 91,3 % живых растений, у морозостойкого стандартного сорта Гром – лишь 66,9 %. Высокая зимоморозостойкость Степнячки 3 связана с передачей по наследству этого свойства, так как в последнем скрещивании в качестве материнской формы использовался зимоморозостойкий сорт озимой пшеницы Спартак, по типу относящийся к степному, северо-кавказскому типу пшениц. Превышение по устойчивости к низким температурам над сортом Гром у неё было достоверным и высоким.

Стекловидность зерна у сорта Степнячка 3 достаточно высокая (57 %), что очень важно для мукомольной промышленности, отдающей предпочтение пшеницам со стекловидным эндоспермом. Стекловидность положительно коррелирует с содержанием белка в зерне.

Натура зерна у нового генотипа также высокая (808 г/л), находится в тесной зависимости с мукомольными качествами и изменяется в зависимости от массы 1 000 зерен, строения эндосперма и формы зерна.

Качество зерна и хлеба – сложные признаки, гораздо сложнее, чем гомогенные признаки. Создание сортов пшеницы с высокой потенциальной продуктивностью и выдающимся качеством зерна всегда была и остается сложной задачей, связанной с многолетней, необычайно упорной и трудной работой селекционеров. Степнячка 3 характеризуется высокими показателями качества зерна и хлеба и относится к сильным пшеницам.

Несмотря на неблагоприятные погодные условия в отдельные годы в период созревания зерна и уборки (шквалистые дожди, высокие температуры, сильные ветра), новый сорт неизменно отличался от стандарта высокой устойчивостью к осыпанию – 5 баллов (стандарт – 4,7 балла).

В период формирования и налива зерна (конец июня – первая половина июля) растения озимой пшеницы в Ставропольском крае подвергаются действию высоких температур (до +35–40 °С), сопровождающихся суховейными явлениями. В таких условиях максимальную урожайность зерна формируют засухоустойчивые и жаростойкие генотипы озимой пшеницы. Как видно из таблицы 1, сорт Степнячка 3 обладает высокой степенью засухоустойчивости и жаростойкости.

Высокоустойчивый к полеганию, полукарликовый сорт пшеницы Степнячка 3 технологичен, пригоден к механизированной уборке. Вымолачиваемость зерна высокая и составляет 5 баллов.

Заключение. Современные эффективные методы классической, гаплоидной и маркерной селекций, разработанные модели по хозяйственно-ценным признакам сортов разной интенсивности, методы отбора в селекционном процессе и интуиция селекционера позволили создать сорт пшеницы мягкой озимой Степнячка 3.

Степнячка 3 отличается высокой продуктивностью: урожайность зерна в среднем за три года (2021–2023) достигла 10,57 т/га. Превышение по одному из важнейших хозяйственных признаков над стандартом Гром у него составило 2,07 т/га. Максимальная урожайность нового генотипа насчитывала 14,25 т/га.

Это среднеспелый сорт пшеницы озимой, отличающийся высокой устойчивостью к полеганию и болезням, высокой устойчивостью к низким отрицательным температурам, засухоустойчивостью и жаростойкостью. Все это является свидетельством его высокой устойчивости к стрессовым условиям возделывания, часто наблюдаемым в регионах с различными почвенно-климатическими и агроэкологическими условиями.

Для сорта характерно высокое содержание белка и клейковины в зерне. Установлено, что по всем показателям, характеризующим качество зерна и хлеба, Степнячка 3 стабильно относится к сильным пшеницам.

Новый сорт устойчив к осыпанию и прорастанию зерна на корню, технологичен, пригоден к механизированной уборке. Вымолачиваемость зерна у него высокая и составляет 5 баллов.

Список источников

1. Ковтун В.И. Селекция высокоадаптивных сортов озимой мягкой пшеницы и нетрадиционные элементы технологии их возделывания в засушливых условиях юга России: монография. Ростов н/Д: Книга, 2002. 318 с.
2. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) // Москва ООО «Издание Агрорус», 2001. Т. 1, 779 с.
3. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Крахмалева М.С., Бугрова В.В. Научная селекция озимой мягкой пшеницы в Нечерноземной зоне России: история, методы и результаты. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 367–373. DOI: 10.18699/VJ21.53-0.
4. Некрасова О.И., Подгорный С.В., Скрипка О.В. Результаты изучения селекционных линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по урожайности и качеству // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2. С. 32–37. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-32-37.
5. Лапочкина И.Ф., Гайнуллин Н.Р., Баранова О.А. и др. Комплексная устойчивость линий яровой и озимой мягкой пшеницы к биотическим и абиотическим стрессам // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 7. С. 723–731. DOI:10.18699/VJ21.082.
6. Создание линий озимой пшеницы с несколькими генами устойчивости к *Russinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* для использования в селекционных программах России / И. Ф. Лапочкина, О. А. Баранова, Н. Р. Гайнуллин [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 6. С. 676–684. DOI:10.18699/VJ18.410
7. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы на Севере Среднего Поволжья / И.Д. Фадеева, И.Н. Газизов, А.Г. Хакимова, О.П. Митрофанова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 4. С. 71–82. DOI:10.30901/2227-8834-2020-4-71-82.
8. Фенотипическая изменчивость селекционных линий мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по элементам структуры урожая в экологических условиях Западной Сибири и Татарстана/ А.И. Стасюк, И.Н. Леонова, М.Л. Пономарева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 1. С. 78–91. DOI 10.15389/agrobiol.2021.1.78rus.
9. Стасюк А.И. Проявление хозяйственно важных признаков у яровых гибридов мягкой пшеницы, отобранных с помощью MAS-технологии при скрещивании озимых сортов с яровыми донорами устойчивости к бурой ржавчине / А.И. Стасюк, И.Н. Леонова, Е.А. Сталина // Сельскохозяйственная биология. Т. 52. № 3. С. 526–534. DOI: 10.15389/agrobiol.2017.3.526rus.
10. Ковтун В.И., Ковтун Л.Н. Новый урожайный, с высоким качеством зерна, устойчивый к полеганию и болезням сорт пшеницы мягкой озимой универсального типа Люда // Вестник

КрасГАУ. 2020. № 4. С. 24–30. DOI: 10.36718/1819-4036-20204-24-30.

11. Ковтун В.И., Ковтун Л.Н. Конкурентный, адаптивный сорт пшеницы универсального типа Прованс // Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 1 (16). С. 34–43. DOI:10.36718/1819-4036-20204-24-30

12. Aktar-Uz-Zaman Md., Tuhina-Khatun Mst., Hanafi M.M., Sahebi M. Genetic analysis of rust resistance genes in global wheat cultivars: an overview // *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2017. Vol. 31. No 3. Pp. 431–445.

13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М., 2019. 348 с.

14. Методика оценки технологических качеств зерна. М: Б.И., 1971. 135 с.

15. Методические рекомендации по оценке качества зерна // М: ВАСХНИЛ. Научный совет по качеству зерна, 1977. 172 с.

16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

17. Юрьев В.А., Кучумов П.М., Линник Г.М., и др. Общая селекция и семеноводство полевых культур / Под ред. В.Я. Юрьева. М.: Госсельхозиздат, 1950. С. 167–170.

References

1. Kovtun V.I. Breeding of highly adaptive varieties of winter soft wheat and unconventional elements of their cultivation technology in arid conditions of southern Russia: monograph. Rostov-on-Don: Kniga, 2002. 318 p.

2. Zhuchenko A.A. Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic foundations) // Moscow LLC “Agrorus”, 2001. Vol.1. 779 p.

3. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Krakhmaleva M.S., Bugrova V.V. Scientific selective breeding of winter soft wheat in the Non-chernozem belt of Russia: history, methods and results. // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021. V. 25. No. 4. P. 367–373. DOI: 10.18699/VJ21.53-0

4. Nekrasova O.I., Podgornyi S.V., Skripka O.V. Results of the study of breeding lines of winter soft wheat in competitive variety testing for yield and quality // *Grain Economy of Russia*. 2019. No. 2. P. 32–37. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-32-37

5. Lapochkina I.F., Gainullin N.R., Baranova O.A. et al. Complex resistance of spring and winter soft wheat lines to biotic and abiotic stresses // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021. V. 25. No. 7. P. 723–731. DOI:10.18699/ VJ21.082

6. Development of winter wheat lines with several resistance genes to *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* for use in selective breeding programs of Russia / I. F. Lapochkina, O. A. Baranova, N. R. Gainullin [et al.] // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018. V. 22. No. 6. P. 676–684. DOI:10.18699/ VJ18.410

7. Parent material for the selective breeding of winter soft wheat in the North of the Middle Volga region / I.D. Fadeeva, I.N. Gazizov, A.G. Khakimova, O.P. Mitrofanova // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020. V. 181. No. 4. P. 71–82. DOI:10.30901/2227-8834-2020-4-71-82

8. Phenotypic variability of breeding lines of soft wheat (*Triticum aestivum* L.) according to elements of the yield structure in the environmental conditions of Western Siberia and Tatarstan / A.I. Stasiuk, I.N. Leonova, M.L. Ponomareva [et al.] // *Agricultural biology*. 2021. V. 56. No. 1. P.78–91. DOI: 10/15389/agrobiology.2021.1.78 rus.

9. Stasiuk A.I. Manifestation of economically important traits in spring hybrids of soft wheat selected by MAS technology when crossing winter varieties with spring donors of leaf rust resistance / A.I. Stasiuk, I.N. Leonova, E.A. Stalina // *Agricultural biology*. V. 52. No. 3. P. 526–534. DOI: 10/15389/agrobiology.2017.3.526rus.

10. Kovtun V.I., Kovtun L.N. New high yield and quality grain, resistant to lodging and dis-

- eases, soft winter wheat variety of the universal type Liuda // Bulletin of KrasGAU. 2020. No. P. 24–30. DOI:10.36718/1819-4036-20204-24-30
11. Kovtun V.I., Kovtun L.N. Competitive, adaptive wheat variety of universal type Provans// Agricultural Journal. 2023. No. 1 (16). P. 34–43. DOI:10.36718/1819-4036-20204-24-30
12. Aktar-Uz-Zaman Md., Tuhina-Khatun Mst., Hanafi M.M., Sahebi M. Genetic analysis of rust resistance genes in global wheat cultivars: an overview // Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2017. Vol. 31. No 3. P. 431–445.
13. Methodology of the State variety testing of agricultural crops: Issue 1. M., 2019. 348 p.
14. Methodology for assessing the technological qualities of grain. M: B.I., 1971. 135 p.
15. Methodological recommendations for assessing grain quality // M: VASKhNIL. Scientific Council on Grain Quality, 1977. 172 p.
16. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.
17. Yurev V.A., Kuchumov P.M., Linnik G.M., et al. General selective breeding and seed production of field crops / Ed. by V.Ya. Yureva. M.: Gosselkhozizdat, 1950. P. 167–170.

Информация об авторах

Виктор Иванович Ковтун, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции и первичного семеноводства озимых зерновых культур. Тел.: 8(919)735-14-26, E-mail: info@fnac.center, <https://orcid.org/0000-0001-6792-9832>

Людмила Николаевна Ковтун, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства озимой пшеницы. Тел.: 8 (962) 420-84-70, E-mail: liudmila.kovtun@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6792-9832>

Information about the authors

V.I. Kovtun, Doctor of Agricultural Science, Head of the Department of Selection and Primary Seed Breeding of Winter Crops. Tel.: 8 (919) 735-14-26, E-mail: info@fnac.center, <https://orcid.org/0000-0001-6792-9832>

L.N. Kovtun, Candidate of Agricultural Sciences, Leading researcher of the Laboratory of Selection and Primary Seed Breeding of Winter Wheat. Tel.: 8 (962)420-84-70, E-mail: liudmila.kovtun@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6792-9832>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 19.02.2024; одобрена после рецензирования 29.02.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 19.02. 2024; approved after reviewing 29.02.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. №1 (17). С.13-21
Agricultural journal. 2024; № 17 (1). P.13-21

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья

УДК 634.1/.7

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.1.17.2024

НОВЫЕ КЛОНОВЫЕ ПОДВОИ ЯБЛОНИ ДЛЯ САДОВ БЕЗОПОРНОЙ КОНСТРУКЦИИ

**Татьяна Алексеевна Заерко¹, Виталий Георгиевич Ермоленко¹,
Ирина Львовна Ефимова²**

¹Ставропольская опытная станция по садоводству – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, поселок Ореховая Роща, Георгиевский район, Ставропольский край, e-mail: gnu_soss@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Россия, Краснодар, e-mail: kubansad@kubannet.ru

Аннотация. Использование клоновых подвоев яблони – одно из главных направлений развития интенсивного садоводства. В садах короткого цикла безопорной конструкции сокращаются затраты на закладку сада в 5–7 раз, по сравнению с садами на опоре, что способствует уменьшению себестоимости производства плодов и обеспечивает высокую прибыль с 1 га, повышая конкурентоспособность технологии. В стационарном многолетнем опыте изучены развитие и рост деревьев яблони сорта Золотой поток на 15 клоновых подвоях, из которых 12 – серии Ст). Сад заложен в 2010 году (ООО «Интеринвест» Ставропольский край) со схемой посадки 4x1,6 м – 1562 дер./га (почва на грани садопригодности). Проведена группировка подвоев новой серии Ст по их влиянию на силу роста привитых сортов. К наиболее ценной группе полукарликовых подвоев были отнесены гибриды Ст-27-1, Ст-18-2 и Ст-6-3. За 10 лет плодоношения яблони Золотой поток выделены наиболее продуктивные подвои: среднерослый Ст-24-1 и сильнорослый Ст-18-5. Близкую к подвою СК 2 удельную продуктивность показал полукарликовый подвой Ст-27-1. Большинство средне- и сильнорослых подвоев новой серии Ст соответствовали по удельной продуктивности подвою М 4, а среднерослый Ст-24-1 и сильнорослый Ст-18-5 превзошли его (0,28 и 0,27 кг/см² в сравнении с 0,25 кг/см² в контроле). Лучшая устойчивость деревьев в почве (якорность) отмечалась на полукарликовых подвоях Ст-18-2, Ст-6-3, Ст-27-1, среднерослых Ст-12-3 и Ст-2-3 и на большинстве сильнорослых (4-5 баллов). По сумме показателей (за 2013–2022 гг.) полукарликовые подвои Ст-27-1 и Ст-18-2, среднерослые Ст-24-1 и Ст-2-3, сильнорослые Ст-18-5, Ст-21-1 и Ст-6-6 выделены как перспективные.

Ключевые слова: яблоня, подвой, привой, рост, урожайность, скороплодность, продуктивность, безопорная конструкция сада.

Для цитирования: Заерко Т.А., Ермоленко В.Г., Ефимова И.Л. Новые клоновые подвои яблони для садов безопорной конструкции // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 13-21. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.1.17.2024

Original article

NEW CLONAL ROOTSTOCKS OF APPLE TREES FOR GARDENS WITH UNSUPPORTED CONSTRUCTION**Tatiana A. Zaerko¹, Vitalii G. Ermolenko¹, Irina L. Efimova²**

¹Stavropol Experimental Horticulture Station – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”, Russia, Orekhovaia Roshcha, Georgievsky District, Stavropol Territory, e-mail: gnu_soss@mail.ru

²Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking”, Russia, Krasnodar, e-mail: kubansad@kubannet.ru

Abstract. The use of clonal rootstocks of apple trees is one of the main directions for the development of intensive horticulture. In gardens of a short cycle with unsupported construction, the cost of establishing a garden is reduced by 5–7 times compared to gardens with a support. It helps reduce the cost of fruit production and ensures a high profit from 1 ha, increasing the competitiveness of the technology. In a long-term stationary experiment, the development and growth of apple trees of the Zolotoi potok variety on 15 clonal rootstocks (12 of which are of the St. series) were studied. The garden was established in 2010 (OOO “Interinvest” Stavropol Territory) with a planting scheme of 4x1.6 m – 1562 tree/ha (suitable soil for horticulture). The rootstocks of the new St series were grouped according to their influence on the vigor of the grafted varieties. The most valuable group of semi-dwarf rootstocks included hybrids St-27-1, St-18-2 and St-6-3. Over 10 years of fruiting of the Zolotoi potok apple tree, the most productive rootstocks were identified: medium-grown St-24-1 and high-grown St-18-5. The semi-dwarf rootstock St-27-1 showed specific productivity, which was close to the SK 2 rootstock. Most of the medium- and high-grown rootstocks of the new St series corresponded in specific productivity to the M 4 rootstock, and medium- grown St-24-1 and high-grown St-18-5 exceeded it (0.28 and 0.27 kg/cm² compared to 0.25 kg/cm² in control). The best stability of trees in the soil (anchoring) was noted in semi-dwarf rootstocks: St-18-2, St-6-3, St-27-1; medium- grown St-12-3 and St-2-3 and most high-grown ones (4-5 points). Based on the sum of characteristics (for 2013-2022), the semi-dwarf rootstocks St-27-1 and St-18-2, medium- grown St-24-1 and St-2-3; high-grown St-18-5, St-21-1 and St-6-6 were identified as promising.

Key words: apple tree, rootstock, graft, growth, yield, early maturity, productivity, unsupported garden construction.

For citation: Zaerko T.A., Ermolenko V.G., Efimova I.L. New clonal rootstocks of apple trees for gardens with unsupported construction // Agricultural journal. 2024. № 17 (1). P.13-21. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.1.17.2024

Введение. Привойно-подвойная комбинация является основным элементом конструкции интенсивных насаждений яблони. Она определяет тип сада, технологию его возделывания (опорная или безопорная конструкция), плотность посадки, устойчивость насаждений к погодным стрессам [1, 2].

В современном интенсивном садоводстве взаимодействие сортов подвоев и привоев очень важно. Так, для сортов с генетически обусловленной склонностью к резкой периодичности (с кольчаточным типом плодоношения – сорт Ред Чиф и др.) рекомендуется подвой, сдерживающий перегрузку урожаем и повышающий качество плодов, – среднерослый подвой ММ 102.

Для сортов сильнорослых, поздно вступающих в плодоношение и закладывающих в неблагоприятных условиях плодовые почки на трехлетней древесине (сорт Флорина в Ставропольском крае), рекомендуются полукарликовые подвои СК 2 и СК 2У, ускоряющие вступление таких сортов в плодоношение и обеспечивающих их ежегодную высокую урожайность.

Для насаждений яблони, которые закладываются на глубоких плодородных почвах с капельным орошением, рекомендуется среднерослый подвой ММ 106 [3].

Различные подвои отличаются степенью влияния на снижение силы роста привитых сортов [4, 5]. Полукарликовые и среднерослые подвои обеспечивают привитым деревьям более раннее вступление в плодоношение, высокую урожайность качественных плодов, позволяют создавать многолетние насаждения с повышенной плотностью посадки, что позволяет увеличивать урожайность с единицы площади, а применяемые технологии снижают себестоимость продукции и повышают рентабельность производства плодов. Использование подвоев яблони полукарликовой силы роста представляет большой практический интерес в связи с наличием у них слабого роста и хорошей якорности корневой системы, обеспечивающей устойчивое закрепление деревьев в почве.

Карликовые подвои позволяют создавать наиболее скороплодные интенсивные насаждения, но необходима стационарная опора в связи со слабым закреплением таких деревьев в почве, что значительно удорожает стоимость закладки сада.

Научно-исследовательские программы по селекции и сортоизучению подвоев яблони имеются во многих странах [6, 7]. Кроме снижения силы роста привитых деревьев, новые подвои должны обеспечивать повышенную адаптивность привойно-подвойных комбинаций к участвовавшим погодным стрессам в связи изменчивостью климата [8, 9]. Также селекция должна быть направлена на повышение мощности корневой системы подвоев, обеспечивающей проникновение более 40 % массы корней в горизонт почвы 60–120 см и 10–15 % корней в более глубокие горизонты (150–200 см) для извлечения влаги, которой в Ставропольском крае даже при капельном орошении бывает недостаточно в летний период вегетации [3].

Кроме засухоустойчивости, к новым подвоям яблони предъявляются высокие требования по обеспечению морозостойкости и зимостойкости привитых деревьев.

В условиях региона каждые 10–12 лет поздней осенью случаются сильные подмерзания плодовых деревьев и их гибель на большой площади (1976, 1985, 1993, 2003, 2014 годы). В октябре деревья вегетируют, листья и плоды еще находятся на деревьях; при выпадении обильных осадков в августе-сентябре вегетация способна затягиваться до ноября. В этих условиях снижение температуры до -22...-29 °С в позднеосенний и раннезимний периоды (октябрь, ноябрь, декабрь) приводит к повреждению штамба и развилки скелетных ветвей. К весне может погибнуть все дерево выше уровня снега.

Первое значительное подмерзание в Ставропольском крае наблюдалось 16 октября 1976 года: температура опустилась до -17°С, произошло обледенение деревьев – на плодах и листьях находилось до 8–10 мм льда. Гибель садов зафиксировали на больших площадях.

При периодической гибели плодовых деревьев от морозов очевидно, что вкладывание 3–4 млн руб./га на закладку сада с опорной конструкцией рискованно. Такие сады могут быть размещены только в благоприятных почвенно-климатических условиях с отсутствием угрозы подмерзания. В Ставропольском крае лучшими с этой позиции являются Предгорный, Андроповский, Кочубеевский районы и часть Минераловодского района, где не отмечались сильные подмерзания (позднеосенние и раннезимние) при высоте 500 м и выше над уровнем моря.

В Ставропольском крае расположены четыре почвенно-климатические зоны, где условия произрастания яблони существенно отличаются друг от друга. В этой связи изучение особенностей роста и развития деревьев яблони необходимо вести в каждой зоне и микрозоне с последующим их районированием после экологического сортоиспытания.

Целью исследований являлись оценка роста и урожайности деревьев яблони на новых гибридных подвоях яблони серии Ст, а также возможности их использовать в садах с безопорной конструкцией.

Материал и методы исследований. Клоновые подвои яблони серии Ст получили в результате совместной работы авторов: гибридизацию провели в 1993 году на базе ОПХ «Шпаковское» СНИИСХ. В 2010 году в ООО «Интеринвест» (Георгиевский район Ставропольского края) был заложен опыт по изучению привойно-подвойных комбинаций (ППК) яблони двух сортов – Либерти и Золотой поток на 15 клоновых подвоях. За контроль взяты районированные подвои: полукарликовый СК 2 и среднерослый М 4. Схема посадки 4х1,6 м (1562 дер./га). Опыт заложен на почвах с ограниченной садопригодностью с целью выявить потенциал новых подвоев серии Ст.

Исследования осуществлялись по общепринятой методике сортоиспытания [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Площадь поперечного сечения штамба (ППСШ) – один из основных показателей силы роста деревьев привойно-подвойной комбинации. По результатам анализа размера штамба деревьев на двенадцатый год вегетации в саду была проведена группировка изучаемых гибридных подвоев на полукарликовые, среднерослые и сильнорослые по их влиянию на силу роста привитых сортов (таблица 1).

Таблица 1

Влияние подвоев на размер штамба 12-летних деревьев яблони сорта Золотой поток (посадка 2010 г., схема 4х1,6 м)

Table 1

Influence of rootstocks on the tree trunk size of 12-year-old apple trees of the Zolotoi Potok variety (planted in 2010, planting scheme 4x1.6 m)

Подвой	ППСШ, см ²
Полукарликовые	
СК 2 (к)	61,5
Ст-27-1	64,9
Ст-18-2	66,7
Ст-6-3	69,5
НСР05	4,0
Среднерослые	
М 4 (к)	84,1
Ст-12-3	74,2
ММ-106	76,4
Ст-2-3	82,0
Ст-3-2	82,2
Ст-24-1	85,8
НСР05	4,4
Сильнорослые	
Ст-21-1	87,2
Ст-13-2	89,6
Ст-6-6	92,4
Ст-18-5	94,6
Ст-18-4	96,1
НСР05	3,8

К группе полукарликовых подвоев были отнесены гибриды Ст-27-1, Ст-18-2 и Ст-6-3, обеспечившие площадь сечения штамба яблони Золотой поток в размере 64,9...69,5 см².

В группе среднерослых подвоев размеры штамба отличались от контроля (подвой М 4) только у деревьев на подвоях Ст-12-3, ММ 106 и были меньше, у остальных находились на уровне контроля.

Площадь сечения штамба деревьев на подвое Ст-21-1 была на уровне контроля – 87,2 см², на подвоях Ст-13-2, Ст-6-6, Ст-18-5 и Ст-18-4 оказалась наибольшей и составила 89,6...96,1 см², что превышает размеры деревьев на подвое М 4.

Произведенная в результате изучения размеров штамба группировка новых гибридных подвоев по силе роста позволит в будущем определять для конкретных подвоев серии Ст оптимальные схемы посадки деревьев яблони сорта Золотой поток и других сортов, близких к нему по силе роста и форме кроны.

Генетически детерминированная адаптивность сортов и подвоев к участвующим погодным стрессам в условиях меняющегося климата обуславливает величину и стабильность урожайности ППК яблони. Оценка урожайности деревьев яблони на новых гибридных подвоях серии Ст за десять лет плодоношения позволила выявить наиболее продуктивные привойно-подвойные комбинации (таблица 2).

Таблица 2

Урожайность яблони Золотой поток в зависимости от подвоя
(посадка 2010, схема посадки 4x1,6 м)

Table 2

Productivity of the Zolotoi Potok apple tree depending on the rootstock
(planted in 2010, planting scheme 4x1.6 m)

Подвой	Родительские формы	Урожайность 2022 г., т/га	Средняя урожайность 2013–2022 гг., т/га
Полукарликовые			
СК 2 (к)		31,4	17,1
Ст-27-1	М 7 х свободное опыление	24,7	14,5
Ст-18-2	Б-12-19 х М 7	30,0	14,6
Ст-6-3	М 4х свободное опыление	19,6	12,0
НСР05			
Среднерослые			
М 4 (к)		32,0	17,7
Ст-12-3	М 11 х свободное опыление	23,6	13,6
ММ-106	Нортен Спай х М 1	14,3	11,9
Ст-2-3	М 2 х свободное опыление	29,8	16,0
Ст-3-2	М 3 х свободное опыление	26,2	14,8
Ст-24-1	ММ-106 х Флорина	37,1	19,4
НСР05			
Сильнорослые			
Ст-21-1	ММ-106 х М 7	37,7	18,7
Ст-13-2	58-250 х свободное опыление	28,7	13,7
Ст-6-6	М 4 х свободное опыление	34,1	18,8
Ст-18-5	Б 12-19 х М 7	37,9	21,3
Ст-18-4	Б 12-19 х М 7	25,9	13,7
НСР05			

За десять лет плодоношения деревьев в саду средняя урожайность яблони Золотой поток на новых гибридных подвоях полукарликовой силы роста составила 12,0...14,6 т/га, что уступает контрольному варианту на подвое СК 2 (17,1 т/га).

В группе среднерослых подвоев средняя урожайность на подвоях Ст колебалась от 13,6 (гибрид Ст-12-3) до 19,4 т/га (гибрид Ст-24-1), в сравнении с контролем (17,7 т/га).

У сильнорослых подвоев лучшую среднюю урожайность показал вариант с гибридным подвоем Ст-18-5 (21,3 т/га).

Более точное представление о продуктивности различных ППК яблони дает расчет удельной продуктивности, учитывающей силу роста деревьев в сравниваемых вариантах опыта (рисунок 1).

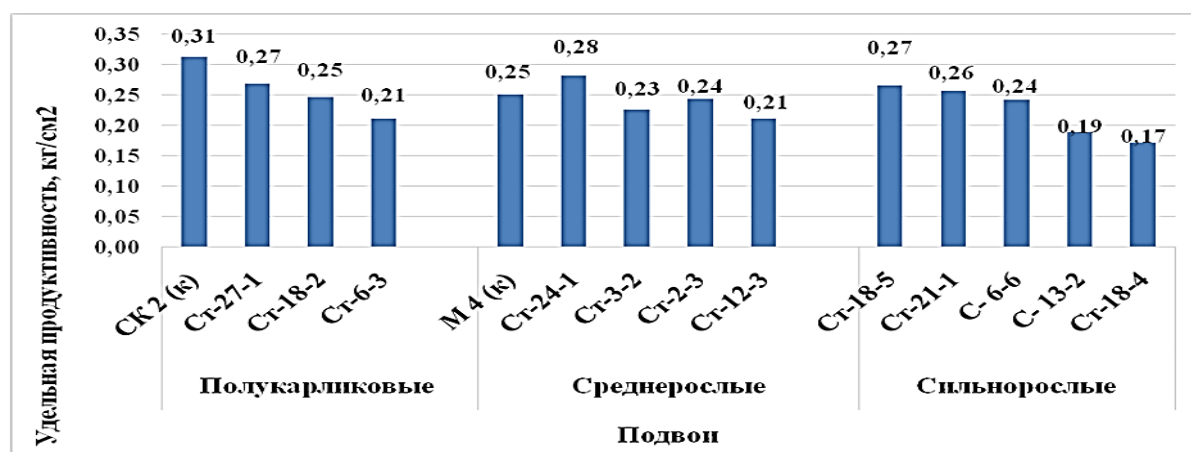


Рисунок 1. Удельная продуктивность деревьев яблони сорта Золотой поток в зависимости от подвоя, кг/см² ППСШ (средняя за 6 лет полного плодоношения)

Figure 1. Specific productivity of apple trees of the Zolotoi Potok variety depending on the rootstock, kg/cm² trunk cross-sectional area (average for 6 years of heavy bearing)

Среди изучаемых гибридных подвоев полукарликовой силы роста ближе всех к контрольному СК 2 расположился подвой Ст-27-1 с показателем 0,27 кг/см² при 0,31 кг/см² на подвое СК 2. Удельная продуктивность деревьев яблони сорта Золотой поток на двух других гибридных подвоях в этой группе составила 0,21...0,25 кг/см².

Хороший результат – близкую удельную продуктивность к известному высокой продуктивностью привитых деревьев контрольному подвою М 4 – показали большинство средне- и сильнорослых подвоев новой серии Ст. Превзошли контроль два новых подвоя – среднерослый Ст-24-1 и сильнорослый Ст-18-5 с показателями 0,28 и 0,27 кг/см² соответственно.

Возможность высаживать привойно-подвойные комбинации яблони в садах без установки стационарной опорной конструкции обусловлена наличием у них хорошего закрепления деревьев в почве, или якорности. Это свойство определяется особенностями строения корневой системы деревьев и в значительной степени определяется генотипом подвоя.

В опыте якорность определяли по 5-балльной шкале, где минимальная устойчивость дерева составляет 1 балл, а устойчивое закрепление в почве – 5 баллов.

Результаты эксперимента по определению закрепления в почве деревьев разных ППК яблони представлены на рисунке 2.



Рисунок 2. Закрепление в почве деревьев яблони сорта Золотой поток в зависимости от подвоя (посадка 2010 г., схема 4x1,6 м)

Figure 2. Fixation of Zolotoi Potok apple trees in the soil depending on the rootstock (planted in 2010, planting scheme 4x1.6 m)

В группе полукарликовых подвоев, для которых якорность имеет особое значение в связи с относительно поверхностным залеганием корневых систем деревьев, наиболее устойчивое положение деревьев в почве отмечено у деревьев яблони сорта Золотой поток на новом подвое Ст-18-2 (якорность – 5 баллов). Хорошая устойчивость наблюдалась и на подвоях Ст-6-3 и Ст-27-1: по 4 балла в сравнении с 3 баллами у деревьев на СК 2.

У среднерослого подвоя Ст-24-1 якорность оценена только на 2 балла, как и в контроле на подвое М 4. Якорность, как у деревьев на подвое СК 2, показали среднерослый Ст-3-2 и сильнорослый Ст-18-5 (по 3 балла).

У деревьев на остальных изучаемых подвоях закрепление деревьев в почве хорошее и оценивалось на 4 и 5 баллов.

Выделение лучших по продуктивности и другим показателям в саду новых подвоев яблони серии Ст, обладающих высоким адаптивным потенциалом в условиях Северного Кавказа, позволит существенно увеличить производство плодов яблони и повысить эффективность использования ресурсного потенциала региона.

Отмеченные выше перспективные клоновые подвои яблони серии Ст планируется передать для производственного испытания в регионы юга России. Первыми будут испытывать СПК «Де-Густо» (РСО Алания).

Заключение. В результате многолетних исследований проведена группировка гибридных подвоев новой серии Ст по их влиянию на силу роста привитых сортов. К наиболее ценной группе полукарликовых подвоев были отнесены гибриды Ст-27-1, Ст-18-2 и Ст-6-3. Выявление степени влияния подвоев Ст на силу роста яблони Золотой поток позволит определять для других сортов с похожей силой роста и формой кроны оптимальную схему посадки деревьев.

За десять лет плодоношения выделены наиболее урожайные ППК яблони Золотой поток со среднерослым подвоем Ст-24-1 и сильнорослым Ст-18-5; по удельной продуктивности – полукарликовый подвой Ст-27-1, среднерослый Ст-24-1 и сильнорослый Ст-18-5.

Лучшая устойчивость деревьев в почве (якорность) отмечена на полукарликовых подвоях Ст-18-2, Ст-6-3, Ст-27-1, среднерослых Ст-12-3 и Ст-2-3 и на большинстве сильнорослых (4-5 баллов).

По сумме показателей выделены полукарликовые подвои Ст-27-1 и Ст-18-2, среднерослые Ст-24-1 и Ст-2-3, сильнорослые Ст-18-5, Ст-21-1 и Ст-6-6.

Новые перспективные подвои яблони серии Ст, показавшие высокий адаптивный потенциал в условиях Северного Кавказа, позволят существенно увеличить и стабилизировать производство плодов яблони и повысить эффективность использования ресурсного потенциала региона.

Список источников

1. Jat M. L., Jat R. K., Shivran J. S. Apple rootstock: capabilities and characteristics//Recent Innovative Approaches in Agricultural Science. 2022. С. 154–163 (ISBN: 978-93-91768-85-0).
2. Ефимова И.Л., Ермоленко В.Г. Подвои яблони //Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 2012. С. 301–312. – EDN PYCGGB.
3. Садоводство в Ставрополье (часть I): Методические рекомендации /под ред. В.Г. Ермоленко. – Ставрополь: ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа», 2022 – 108 с.
4. Ganiyeva F. A. Apple tree productivity depending on planting density and rootstock variety combinations //E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2023. Т. 389. С. 3-14. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903014>
5. Еремин Г.В., Ефимова И.Л. Подвои семечковых и косточковых культур для современных интенсивных промышленных технологий //Разработки, формирующие современный облик садоводства. Монография. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. 2011. С. 118–139. EDN: PYAHFX.
6. Yi Wang, Wei Li, Xuefeng Xu, Changpeng Qiu, Ting Wu, Qingping Wei, Fengwang Ma, Zhenhai Han. Progress of Apple Rootstock Breeding and Its Use //Horticultural Plant Journal, Volume 5, Issue 5, 2019, Pages 183–191 //https://doi.org/10.1016/j.hpj.2019.06.001
7. Xu H., Ediger D. Rootstocks with different vigor influenced scion–water relations and stress responses in Ambrosia TM apple trees (Malus Domestica var. Ambrosia) //Plants. – 2021. Т. 10. №. 4. С. 614. <https://doi.org/10.3390/plants10040614>
8. Milošević T., Milošević N., Mladenović J. Role of apple clonal rootstocks on yield, fruit size, nutritional value and antioxidant activity of ‘Red Chief Camspur’ cultivar //Scientia Horticulturae. 2018. Т. 236. Р. 214–221. DOI:10.1016/j.scienta.2018.03.050.
9. К экспериментальному подтверждению гипотезы об эколого-генетической природе феномена «взаимодействие генотип-среда» у древесных растений / В.А. Драгавцев, И.А. Драгавцева, И.Л. Ефимова [и др.] //Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 1. С. 151–156. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.151rus. – EDN VZWYIP.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.

References

1. Jat M. L., Jat R. K., Shivran J.S. Apple rootstock: capabilities and characteristics // Recent Innovative Approaches in Agricultural Science. 2022. P. 154-163 (ISBN: 978-93-91768-85-0).
2. Efimova I.L., Ermolenko V.G. Apple tree rootstocks // Modern methodological aspects of the organization of the selection process in horticulture and viticulture. – Krasnodar: North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 2012. P. 301–312. – EDN PYCGGB.

3. Gardening in Stavropol (Part I): Methodological recommendations / edited by V.G. Ermolenko. – Stavropol: FSBSI “North Caucasus FARC”; publishing house “Stavropol-Service-School”, 2022 108 p.
4. Ganiyeva F. A. Apple tree productivity depending on planting density and rootstock variety combinations //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. V. 389. P. 3-14. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903014>
5. Eremin G.V., Efimova I.L. Rootstocks of pomaceous and stone fruit crops for modern intensive industrial technologies //Developments that shape the modern appearance of gardening. Monograph. Krasnodar: State Scientific Institution North Caucasus Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2011. P. 118–139. EDN: PYAHFX
6. Yi Wang, Wei Li, Xuefeng Xu, Changpeng Qiu, Ting Wu, Qinqing Wei, Fengwang Ma, Zhenhai Han. Progress of Apple Rootstock Breeding and Its Use //Horticultural Plant Journal, Volume 5, Issue 5, 2019, Pages 183–191 // <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2019.06.001>
7. Xu H., Ediger D. Rootstocks with different vigor influenced scion–water relations and stress responses in Ambrosia TM apple trees (*Malus Domestica* var. Ambrosia) //Plants. 2021. V. 10. No. 4. P. 614. <https://doi.org/10.3390/plants10040614>
8. Milošević T., Milošević N., Mladenović J. Role of apple clonal rootstocks on yield, fruit size, nutritional value and antioxidant activity of ‘Red Chief Camspur’ cultivar //Scientia Horticulturae. 2018. T. 236. P. 214–221. DOI:10.1016/j.scienta.2018.03.050.
9. To the experimental confirmation of the hypothesis about an eco-genetic nature of the phenomenon genotype × environment interaction for woody plants /V. A. Dragavtsev, I. A. Dragavtseva, I. L. Efimova [et al.] // Agricultural biology. 2018. V. 53, No. 1. P. 151–156. – DOI 10.15389/agrobiology.2018.1.151rus. – EDN VZWYIP.
10. Program and method of variety study of fruit, berry and nut crops / ed. by E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova. – Orel: Publishing house VNIISPK, 1999. 608 p.

Сведения об авторах

Татьяна Алексеевна Заерко, ученый секретарь, тел.: +79682701570,
e-mail: tatanali2005@gmail.com

Виталий Георгиевич Ермоленко, старший научный сотрудник, тел.: +79283461688,
e-mail: ermolvvet@gmail.com

Ирина Львовна Ефимова, научный сотрудник лаборатории питомниководства ФГБНУ СКФНЦСВВ, тел.: +79183531346, e-mail: efimiril@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9777-5261

Information about the authors

T.A. Zaerko, Scientific Secretary, tel. +79682701570, e-mail: tatanali2005@gmail.com

V.G. Ermolenko, Senior Scientific Researcher, tel. +79283461688,
e-mail: ermolvvet@gmail.com

I. L. Efimova, Research Associate of Nursery Laboratory, FSBSI “North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking”, tel. +79183531346,
e-mail: efimiril@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9777-5261

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 19.01.2024; одобрена после рецензирования 29.01.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 19.01. 2024; approved after reviewing 29.01.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 22-32
Agricultural journal. 2024; № 17 (1). P. 22-32

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья

УДК: 633.854.54

DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.17.2024

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЛЬНА В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сергей Александрович Зайцев, Денис Дмитриевич Бабушкин,
Анастасия Алексеевна Рожкова, Оксана Сергеевна Башинская

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт
сорго и кукурузы «Россорго»

zea_mays@mail.ru

Аннотация. Потенциал урожайности масличного льна, возможно, уступает другим масличным культурам в увлажненных районах, однако его возделывание, несомненно, оправдано на северных границах сельхозпроизводства и в регионах недостаточного увлажнения с ГТК 0,3–0,7. Объектом исследований служили 39 линий льна масличного различного эколого-географического происхождения, полученных путем отбора из коллекции ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова (ВИР). За вегетационный период ГТК составил: 2019 г. – 0,6, 2020 г. – 0,5, 2021 г. – 1,0, 2022 г. – 0,6, 2023 г. – 0,7. Выявлено наличие сильных различий между образцами по ряду признаков (полегание растений – 80,1 %, количество стеблей 1-го порядка – 21,5 %, количество коробочек – 22,1 %, количество семян с растения – 20,2 %, продуктивность одного растения – 23,4 %, клетчатка – 20,3 %), а также сильных корреляционных взаимосвязей между урожайностью семян и продуктивностью одного растения ($r = 0,89^{**}$), продолжительностью периодов от всходов до цветения и от всходов до созревания ($r = 0,86^{**}$), длиной стебля и высотой прикрепления нижней коробочки ($r = 0,86^{**}$), количеством на растении семян и коробочек ($r = 0,96^{**}$), количеством на растении коробочек и продуктивностью одного растения ($r = 0,80^{**}$), продуктивностью растения и количеством семян с растения ($r = 0,83^{**}$), содержанием в семенах жира и БЭВ ($r = -0,82^{**}$). С помощью двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что основное влияние на проявление межфазных периодов и морфологических параметров в исследуемой выборке льна оказали особенности условий выращивания и взаимодействие факторов «генотип среда». Наименее зависимым от условий выращивания является параметр крупности семян, в проявлении которого основной вклад внес фактор генотипа (57,2 %). Роль генотипа в проявлении остальных признаков варьировал от 9,7 % до 19,6 %.

Ключевые слова: лён, параметр, фактор, вариация, вклад, анализ, генотип, среда.

Для цитирования: Зайцев С. А., Бабушкин Д. Д., Рожкова А. А., Башинская О. С. Изменчивость хозяйственно ценных признаков льна в условиях правобережья Саратовской области // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С.22-32.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.17.2024

Agronomy, forestry and water industry

Original article

**VARIABILITY OF AGRONOMIC TRAITS OF FLAX IN THE CONDITIONS OF
THE RIGHT BANK OF THE SARATOV REGION**

Sergei A. Zaitsev, Denis D. Babushkin, Anastasiia A. Rozhkova, Oksana S. Bashinskaia

FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossor-go” zea_mays@mail.ru

Abstract. The yield potential of oil flax may be inferior to other oil crops in humid regions. However, its cultivation is undoubtedly justified on the northern borders of agricultural production and in regions of deficient humidity with hydrothermal index 0,3–0,7. The object of research was 39 oil flax lines of different ecological and geographical origin, which were obtained by selective breeding from the collection of the All-Russian Research Institute of Plant Industry. During the growing season, the hydrothermal index amounted to: 2019 – 0,6, 2020 – 0,5, 2021 – 1,0, 2022 – 0,6, 2023 – 0,7. It was discovered that there were strong differences between the samples in a number of characteristics (lodging – 80.1%, number of primary stems – 21,5%, number of bolls – 22,1%, number of seeds per plant – 20.2%, productivity of one plant – 23,4%, fiber – 20,3%), as well as strong correlations between seed yield and productivity of one plant ($r = 0.89^{**}$), the duration of the stages from germination to flowering and from germination to ripening ($r = 0.86^{**}$), length of the stem and height of the lower boll ($r = 0.86^{**}$), number of seeds and bolls on the plant ($r = 0.96^{**}$), number of bolls on the plant and productivity of one plant ($r = 0.80^{**}$), plant productivity and the number of seeds per plant ($r = 0.83^{**}$), fat and NFE content in seeds ($r = -0.82^{**}$). Using two-way ANOVA, it was established that the main influence on the manifestation of interstage periods and morphological parameters in the studied flax sample was by the characteristics of growing conditions and the interaction of genotype and environment factors. The least dependent on growing conditions parameter was the seed size, in the manifestation of which the genotype factor made the main contribution (57,2%). The role of the genotype in the manifestation of other traits varied from 9,7% to 19,6%.

Key words: flax, parameter, factor, variation, contribution, analysis, genotype, environment.

For citation: Zaitsev S. A., Babushkin D. D., Rozhkova A. A., Bashinskaia O. S. Variability of agronomic traits of flax in the conditions of the Right Bank of the Saratov Region //Agricultural journal. 2024. № 17 (1). P.22-32.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/003.1.17.2024

Введение. Основная масличная культура РФ – подсолнечник. Потребности государства определяют постоянное увеличения производства семян и масла, однако эта деятельность ограничивается необходимостью соблюдения севооборота и почвенно-климатическими условиями. Диверсификация производства, расширение видового и сортового разнообразия масличных культур необходима для устойчивого и стабильного развития сельхозтоваропроизводителей, повышения экономической эффективности отрасли [1]. При этом актуальной задачей считается внедрение альтернативных подсолнечнику масличных культур. Важнейшим направлением при

этом является интродукция *Linum usitatissimum* (лён посевной) и расширение его ареала возделывания. Освоение данной программы поможет стабилизировать работу маслозаводов и компенсировать дефицит растительных пищевых и технических жиров [2].

Лён служит одной из ценнейших масличных культур мирового растениеводства. Его семена широко применяются в пищевых и лекарственных целях во многих регионах земного шара и государствах [3]. Льняное масло относится к высыхающим с высоким качественным составом, составляя при этом до 45 % биохимического состава семян. Качественный состав льняного масла позволяет использовать его не только в пищевом направлении, но и делает его важным компонентом продукции в различных отраслях народного хозяйства: медицине, парфюмерии, промышленности. Кроме того, в семенах отмечается достаточно высокое количество протеина (до 20 %), а в отходах маслопроизводства (жмых, шрот) количество белка достигает 32–36 %, что позволяет использовать их в качестве ценного концентрированного питания животных [4].

Широкому и массовому распространению данной культуры способствует высокая адаптивная способность льна, способность растений адаптироваться к различным экологическим условиям среды и климатическим факторам – всё это приводит к тому, что лён возделывают от экватора до северных широт Европейской части РФ [5, 6]. Лён масличный обладает довольно высокой биологической пластичностью, устойчив к низким температурам воздуха и отзывчив на улучшение агрофона. Холодостойкость и короткий (80–90 дней) вегетационный период определяют возможности его возделывания в различных эколого-климатических зонах, что может стать важным источником маслосемян и переваримого белка, особенно в регионах недостаточного увлажнения [7].

Семиаридные особенности климата многих районов Саратовской области служат обоснованием исследований биологических особенностей засухоустойчивости масличного льна, который в рейтинге посевных площадей в РФ среди масличных культур занимает четвертую позицию [8]. Известно, что обыкновенный лен характеризуется хорошей адаптацией к локальным условиям климата. Даже при влиянии природных факторов, негативно сказывающихся на иных культурах, он способен сформировать высокую урожайность с хорошим качеством [9]. Ввиду сильно различающихся размеров, потенциал урожайности растений льна, несомненно, уступает подсолнечнику, поэтому его возделывание экономически эффективнее в регионах недостаточного увлажнения РФ [10]. В таких зонах (с ГТК менее 0,5–0,7), к которым относятся многие районы Саратовской области, с неблагоприятными климатическими условиями, затруднительным и неэффективным выращиванием иных масличных культур (соя, рапс, горчица) масличный лён становится важнейшей резервной культурой в плане устранения дефицита масложирового сырья. Вариативность хозяйственных параметров между отдельными наиболее распространенными сортами льна масличного до недавнего времени была незначительной. В настоящий момент все больший акцент в селекционной работе делается на создание новых уникальных достижений, отличающихся от ранее выведенных не только хозяйственно-биологическими признаками, но и параметрами стабильности, адаптивности и биоэнергетической эффективности [11, 12, 13].

Цель исследования – установить выраженность основных хозяйственных параметров у исходного материала льна масличного для дальнейшего включения в селекционную программу.

Материал и методы исследования. Объектом исследований служили три сорта и тридцать шесть линий льна масличного различного эколого-географического

происхождения (рисунок 1). Образцы получены путем отбора при изучении коллекции генетических ресурсов растений ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова (ВИР), отобраны ранее по итогам оценки значительно большей выборки как источники признаков, необходимых для селекционной работы. Полевые опыты заложены согласно методикам в 2019–2023 гг. [14, 15]. Постановка эксперимента, полевые учеты и наблюдения проводились в соответствии с методиками [16]. Посев ранневесенний (в условиях г. Саратова – 3–5 мая) осуществлялся сеялкой СКС 6-10. Густота стояния растений – 1,5–3,5 млн всходов семян на 1 га. Уборка проведена вручную в фазу созревания во второй декаде августа. ГТК за вегетационный период варьировал в пределах: 2019 г. – 0,6, 2020 г. – 0,5, 2021 г. – 1,0, 2022 г. – 0,6, 2023 г. – 0,7. Задачи исследования состояли в определении выраженности 18 хозяйственно ценных параметров, степени их вариации. В задачи также ставились установление степени взаимозависимости признаков и оценка доли вклада факторов среды и генотипа на фенотипическое проявление признаков.

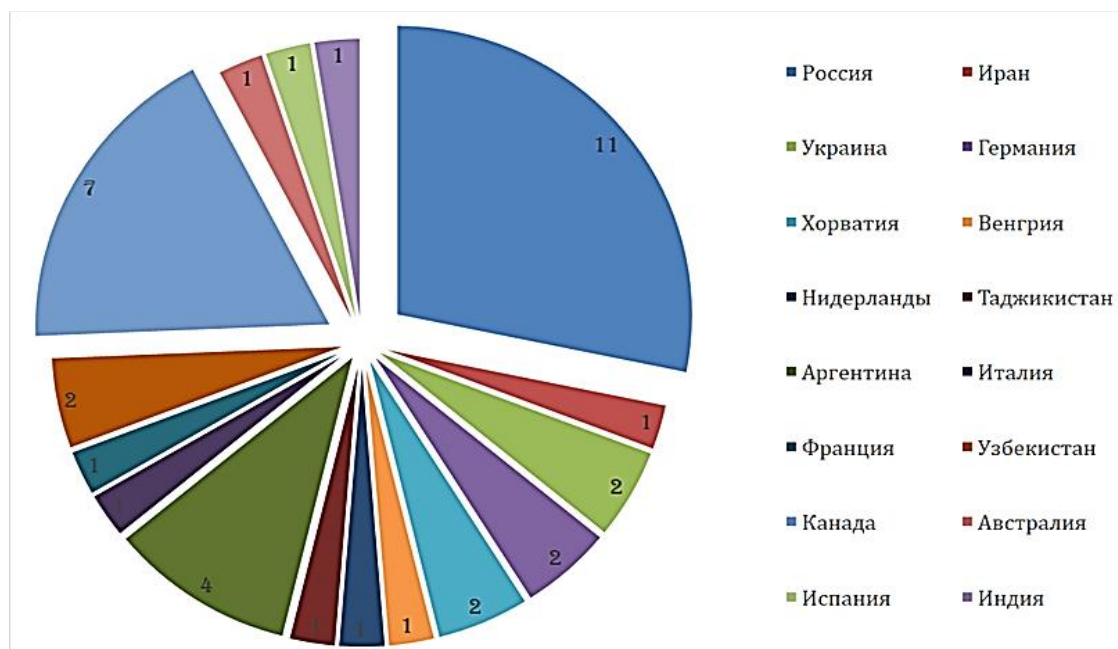


Рисунок 1. Распределение селекционного материала льна по регионам происхождения
Figure 1. Distribution of flax breeding material by region of origin

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследования селекционный материал был оценен по 18 признакам. Анализ элементов структуры урожая модельной популяции льна позволил выявить статистические показатели исследуемой выборки (табл. 1).

Низкий коэффициент вариации отмечен по восьми признакам ($V < 10\%$): продолжительность межфазных периодов «всходы-цветение» и «всходы-созревание», высота растения, количество семян в коробочке, содержание в семенах протеина, жира, золы, БЭВ. Сильно варьирующими ($V > 20\%$) характеризовались такие признаки, как полегание растений (80,1 %), количество стеблей 1-го порядка (21,5 %), количество коробочек (22,1 %), количество семян с растения (20,2 %), продуктивность одного растения (23,4 %), клетчатка (20,3 %). Изменчивость средней степени ($V = 10\text{--}20\%$) выявляе-

на по 22 % изученных признаков: продолжительность цветения (13,7 %), высота прикрепления нижней коробочки (14,9 %), масса 1 000 семян (12,9 %), урожайность семян (18,6 %).

Таблица 1

Параметры льна масличного, 2019–2023 гг.

Table 1

Oil flax parameters, 2019–2023

Параметр	Показатель*				
	x	sx	min	max	V
Период «всходы-цветение», дни	44,1	0,38	40,6	50,6	5,4
Продолжительность цветения, дни	12,3	0,27	8,8	15,8	13,7
Период «всходы-созревание», дни	74,5	0,39	71,5	80,8	3,2
Высота растения, см	50,0	0,70	35,4	57,8	8,8
Высота прикрепления нижней коробочки, см	33,4	0,80	19,2	43,7	14,9
Полегание растений, %	9,5	1,21	0,3	29,7	80,1
Количество стеблей 1-го порядка, шт.	2,4	0,08	1,6	3,8	21,5
Количество коробочек, шт.	27,6	0,98	16,7	43,4	22,1
Количество семян в коробочке, шт.	7,8	0,05	7,2	8,7	4,2
Количество семян с растения, шт.	211,9	6,86	125,6	322,7	20,2
Масса 1 000 семян, г	5,4	0,11	4,3	7,9	12,9
Продуктивность растения, г	1,13	0,04	0,7	2,1	23,4
Урожайность семян, т/га	1,10	0,03	0,80	1,71	18,6
Содержание в семенах протеина, %	20,5	0,15	17,8	22,9	4,6
Жира, %	39,3	0,28	38,3	42,6	4,5
Клетчатки, %	7,1	0,23	5,6	12,5	20,3
Золы, %	4,0	0,02	3,9	4,4	3,1
БЭВ, %	29,2	0,30	25,9	31,5	6,5

*Примечание: x – среднее значение; sx – ошибка среднего значения; min – минимальное значение; max – максимальное значение; V – коэффициент вариации, %.

Математическая обработка данных эксперимента позволила рассчитать матрицу коэффициентов корреляции (240 коэффициентов). В состав данной матрицы вошли тринадцать признаков, характеризующих фенотипическое проявление и пять параметров биохимического состава семян (таблица 2). При этом четырнадцать коэффициентов корреляции обнаружены значимыми на пятипроцентном уровне, восемнадцать коэффициентов корреляции – на однопроцентном уровне. Оценка достоверности корреляций признаков опиралась на общепринятую градацию: 0,71–0,90 – высокая; 0,51–0,70 – средняя; 0,31–0,50 – слабая (при уровне значимости коэффициента корреляции $p = 0,01$).

Выявлена высокая положительная взаимосвязь между урожайностью семян и продуктивностью одного растения ($r = 0,89^{**}$), продолжительностью периодов от всходов до цветения и от всходов до созревания ($r = 0,86^{**}$), длиной стебля и высотой прикрепления нижней коробочки ($r = 0,86^{**}$), количеством на растении семян и коробочек ($r = 0,96^{**}$), количеством на растении коробочек и продуктивностью одного растения ($r = 0,80^{**}$), продуктивностью растения и количеством семян с растения ($r = 0,83^{**}$). Высокая отрицательная взаимосвязь отмечена между содержанием в семенах жира и БЭВ ($r = -0,82^{**}$). Средняя положительная степень коэффициентов корреляции замечена

между урожайностью семян и количеством с растения коробочек ($r = 0,59^{**}$) и семян ($r = 0,64^{**}$), урожайностью и массой 1 000 семян ($r=0,60^{**}$). Выборка характеризовалась отрицательным коэффициентом корреляции средней степени между содержанием в семенах протеина и клетчатки ($r = 0,64^{**}$).

Таблица 2

Матрица коэффициентов корреляции признаков у модельной популяции льна,
2019–2023 гг.

Table 2

Matrix of correlation coefficients of traits in a model flax population,
2019–2023

Признак***									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	–	7,8	74,0**	7,8	9,0	16,0**	0,3	7,8	0,0
2	-0,28	–	2,6	4,0	0,11*	0,5	3,2	3,6	7,3
3	0,86**	-0,16	–	3,6	4,8	14,0*	0,2	5,3	0,5
4	0,28	-0,2	0,19	–	74,0**	6,3	7,8	4,8	24,0**
5	0,30	-0,33*	0,22	0,86**	–	2,6	12,0*	13,0*	11,0*
6	0,40**	0,07	0,37*	0,25	0,16	–	2,3	1,7	2,6
7	0,05	0,18	0,04	-0,28	-0,35*	-0,15	–	19,0**	0,0
8	0,28	0,19	0,23	-0,22	-0,36*	0,13	0,44**	–	9,0*
9	0,00	-0,27	-0,03	0,49**	0,33*	-0,16	0,00	-0,30*	–
10	0,25	0,11	0,22	-0,14	-0,31*	0,09	0,49**	0,96**	-0,07
11	-0,12	0,17	0,07	-0,12	-0,10	-0,01	0,06	-0,05	-0,09
12	0,11	0,21	0,18	-0,17	-0,31*	0,07	0,45**	0,80**	-0,10
13	-0,04	0,21	0,07	-0,10	-0,21	-0,05	0,37*	0,59**	-0,01
14	0,02	0,10	0,06	0,06	0,15	-0,10	-0,06	0,03	0,25
15	0,05	-0,11	0,09	0,22	0,18	0,05	-0,16	-0,36*	0,12
16	0,04	-0,01	-0,02	0,08	0,02	0,32*	0,02	0,04	-0,06
17	0,06	0,21	0,10	0,0	-0,07	0,03	-0,01	0,34*	-0,27
18	-0,09	0,06	-0,10	-0,29	-0,25	-0,23	0,16	0,26	-0,17
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	6,3	1,4	1,2	0,2	0,0	0,3	0,2	0,4	0,8
2	1,2	2,9	4,4	4,4	1,0	1,2	0,0	4,4	3,6
3	4,8	0,5	3,2	0,5	3,6	0,8	0,0	1,0	1,0
4	2,0	1,4	2,9	1,0	3,6	4,8	0,6	0,0	8,4
5	10,0*	1,0	10,0*	4,4	2,3	3,2	0,0	0,5	6,3
6	0,8	0,0	0,5	0,3	1,0	0,3	10,0*	0,1	5,3
7	24,0**	0,4	20,0**	14,0*	3,6	2,6	0,0	0,0	2,6
8	92,0**	0,3	64,0**	35,0**	0,1	13,0*	0,2	12,0*	6,8
9	0,5	0,8	1,0	0,0	6,3	1,4	3,6	7,3	2,9
10	–	0,5	69,0**	41,0**	0,3	12,0*	0,5	6,7	0,5
11	-0,07	–	20,0**	36,0**	6,3	7,8	0,0	0,1	1,7
12	0,83**	0,45**	–	79,0**	0,6	2,0	0,0	4,4	1,7
13	0,64**	0,60**	0,89**	–	2,6	0,6	0,0	2,6	1,2
14	0,05	-0,25	-0,08	-0,16	–	2,3	41,0**	0,8	1,7
15	-0,35*	0,28	-0,14	-0,08	-0,15	–	0,1	9,0*	67,0**
16	0,07	-0,01	0,02	0,02	-0,64**	-0,03	–	1,4	17,0**
17	0,26	-0,03	0,21	0,16	0,09	-0,30*	-0,12	–	6,8
18	0,23	-0,13	0,13	0,11	0,13	-0,82**	-0,41**	0,26	–

Примечание: * значимо на пятипроцентном уровне, ** значимо на однопроцентном уровне.

***1 – период «всходы-цветение», дни; 2 – продолжительность цветения, дни; 3 – период «всходы-созревание», дни; 4 – высота растения, см; 5 – высота прикрепления нижней коробочки, см; 6 – полегание растений, %; 7 – количество стеблей 1-го порядка (кустистость), шт.; 8 – количество коробочек на растении, шт.; 9 – количество семян в коробочке, шт.; 10 – количество семян с растения, шт.; 11 – масса 1000 семян, г; 12 – продуктивность растения, г; 13 – урожайность семян, т/га; 14 – содержание в семенах протеина, %; 15 – содержание в семенах жира, %; 16 – содержание в семенах клетчатки, %; 17 – содержание в семенах золы, %; 18 – содержание в семенах БЭВ, %.

Стоит обратить внимание на слабую положительную взаимосвязь между полеганием растений и периодами от всходов до цветения ($r = 0,16^{**}$) и созревания ($r = 0,14^*$), количеством семян в коробочке и высотой растения ($r = 0,49^{**}$), количеством стеблей и: количеством на растении коробочек ($r = 0,44^{**}$), семян ($r = 0,49^{**}$), продуктивностью растения ($r = 0,45^{**}$), урожайности семян ($r = 0,37^*$). Между рядом признаков наблюдалась слабая отрицательная взаимосвязь: высота прикрепления нижней коробочки-продолжительность цветения ($r = -0,33^*$), высота прикрепления нижней коробочки-количество стеблей на растении ($r = -0,35^*$), высота прикрепления нижней коробочки-продуктивность одного растения ($r = -0,31^*$), содержание клетчатки-БЭВ ($r = -0,41^{**}$).

Для понимания степени тесноты взаимосвязи между признаками необходимо воспользоваться коэффициентом детерминации R (r^2). Данный параметр указывает, на какой процент изменчивости одного из изучаемых признаков способен оказать влияние другой признак. Результаты указывают на тесную зависимость между продолжительностью межфазных периодов ($r^2 = 74,0\%$), высотой прикрепления нижней коробочки и высотой всего растения ($r^2 = 74\%$), количеством с растения коробочек и семян ($r^2 = 92,0\%$), содержанием в семенах жира и БЭВ ($r^2 = 67,0\%$), продуктивностью одного растения и урожайностью семян с единицы площади ($r^2 = 79,0\%$).

Средняя степень коэффициента детерминации обнаружена между толщиной стебля и такими параметрами, как урожайность семян-количество семян с растения ($r = 41,0\%$), урожайность семян-масса 1 000 семян ($r = 0,36\%$), содержание в семенах протеина-клетчатки ($r = 41,0\%$).

Наследственный (генотип) и ненаследственный (среда) факторы – основные движители величины проявления любого признака. При этом изменчивость количественных признаков особенно подвержена влиянию окружающей среды. Это приводит к тому, что возникает необходимость использования методов биологической статистики при оценке вариантов по количественным признакам, обобщающим вероятностные характеристики рассматриваемого набора генотипов [17]. К числу таких методов относят и дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ двухфакторного опыта позволяет определить силу влияния регулируемых и нерегулируемых факторов на результативный признак. Сила влияния фактора определяется как доля факториальной вариации в общем варьировании. Вклад факторов в общую изменчивость в опыте варьирует в зависимости от признака (рисунок 2). Выявлено, что на продолжительность межфазных периодов и формирование высоты растения более 50 % составляет доля фактора условий выращивания. Проявление таких параметров, как высота прикрепления нижней коробочки, количество стеблей на растении, количество коробочек на растении, количество семян в коробочке, количество семян с растения, продуктивность одного растения, в большей степени складывалось от влияния двух факторов среды (В) и взаимодействия генотип-среда (АВ). Наибольшую долю влияния генотип (фактор А) оказал на массу 1 000 семян (57,2 %), а наибольшая доля влияния фактора взаимодействия генотип-среда выявлена по урожайности семян (69,6 %).

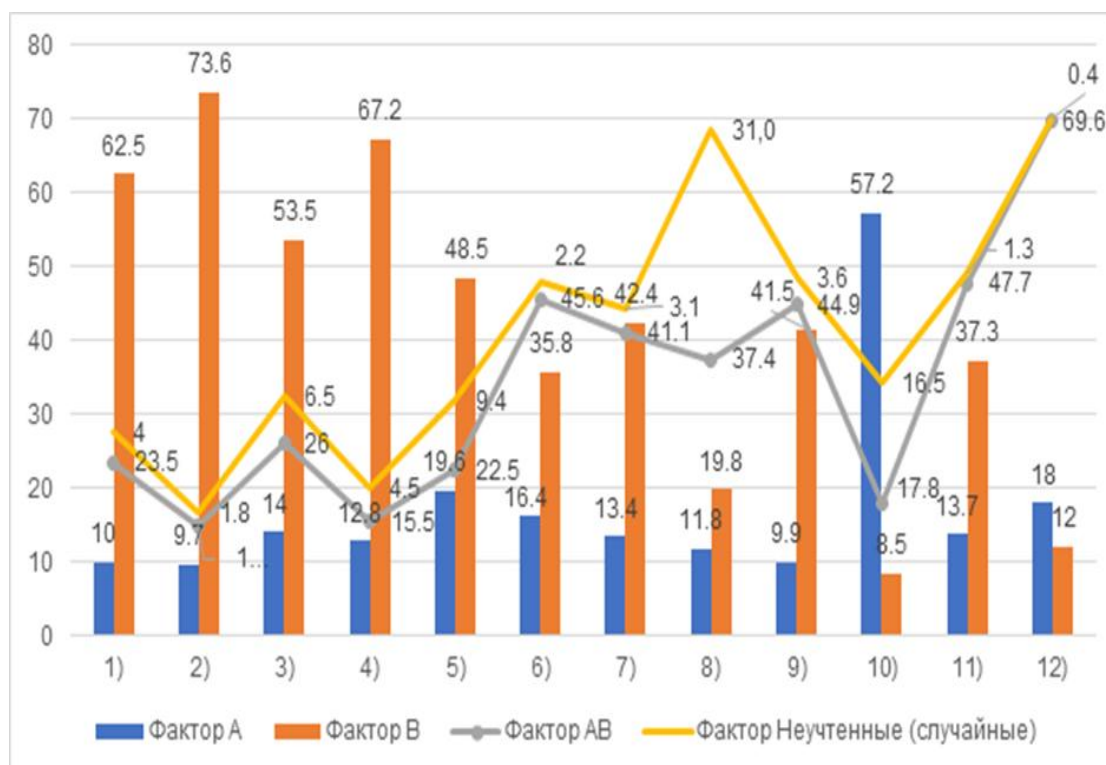


Рисунок 2. Вклад факторов в общую изменчивость количественных признаков льна масличного (%), 2019–2023 гг.*

Figure 2. Contribution of factors to the overall variability of quantitative traits of oil flax (%), 2019–2023

*Примечание: 1) период «всходы-цветение», дни; 2) продолжительность цветения, дни; 3) период «всходы-созревание», дни; 4) высота растения, см; 5) высота прикрепления нижней коробочки, см; 6) количество стеблей 1-го порядка (кустистость), шт.; 7) количество коробочек на растении, шт.; 8) количество семян в коробочке, шт.; 9) количество семян с растения, шт.; 10) масса 1 000 семян, г; 11) продуктивность растения, г; 12) урожайность семян, т/га

Закключение. Стоит отметить, что наличие сильных различий между образцами по ряду признаков: полегание растений – 80,1 %, количество стеблей 1-го порядка – 21,5 %), количество коробочек – 22,1 %), количество семян с растения – 20,2 %, продуктивность одного растения – 23,4 %, клетчатки – 20,3 % – указывает на возможность выявления из выборки генотипов с наилучшим их проявлением для включения в селекционную программу. С помощью двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что основное влияние на проявление межфазных периодов и морфологических параметров в исследуемой выборке льна оказали особенности условий выращивания и взаимодействие факторов генотип среда. Наименее зависимым от условий выращивания является параметр крупности семян, в проявлении которого основной вклад внес фактор генотипа (57,2 %). Роль генотипа в проявлении остальных признаков варьировал от 9,7 % до 19,6 %.

Список источников

1. Колотов А.П. Лён масличный на Среднем Урале (монография). Екатеринбург, 2020. 227 с.
2. Кузнецова Г.Н., Лошкомойников И.А., Кривошлыков К.М. Экономическая эффек-

- тивность возделывания масличных культур в Омской области // Масличные культуры. Вып. 3 (187). 2021. С. 53–57. doi.org/10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57.
3. Flax Genetic Resources in Europe / L. Maggioni, M. Pavelek, L.J.M. van Soest, E. Lipman // Ad Hoc Meeting. Prague, Czech Republic, 2001. 85 p.
4. Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки. / Ф.М. Галкин, В.И. Хатнянский, Н.М. Тишков, В.Т. Пивень, В.Д. Шафоростов Краснодар, 2008. 191 с.
5. Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Кривошлыков К.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. № 4 (164). С. 81–102.
6. Selection parameters (heritability, genetic advance, correlation and path coefficient) analysis in linseed (*Linum usitatissimum* L.) / R.K. Kasana, P.K. Singh, A. Tomar, S. Mohan, S. Kumar // The Pharma Innovation Journal. 2018. Vol. 7 (6). p. 16–19
7. Использование мировых генетических ресурсов льна коллекции ВИР В создании сортов Томской селекции / Г.А. Попова, Г.А. Мичкина, Н.Б. Рогальская, В.М. Трофимова, Н.Б. Брач // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Т. 176. № 1. С. 76–87. doi.org/10.30901/2227-8834-2015-1-76-87.
8. Колотов А.П. Экологическая и матричная разнокачественность семян масличного льна // Масличные культуры. Вып. 1. (185). 2021. С. 18–26. doi.org/10.25230/2412-608X-2021-1-185-18-26.
9. Rudik O. L. Influence of agrotechnical methods on yield formation and quality of seeds of oil-bearing flax. *Agrology*. 2019. Vol. 2, Iss. 1. p. 3–9. doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14011
10. Колотов А.П., Синякова О.В. Лён масличный – перспективная культура для Свердловской области // Агропромышленная политика России. 2014. № 3. С. 36–38.
11. Волков Д.П., Зайцев С.А., Носко О.С. Оценка генофонда льна масличного для селекции в Нижневолжском регионе // В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Саратов, 2021. С. 82–90.
12. Селекция масличного льна на устойчивость ко льноутомлению для короткоротационных севооборотов засушливых регионов юга России / С.В. Зеленцов, Л.Г. Рябенко, Е.В. Мошненко, В.С. Зеленцов // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 6. С. 9–11.
13. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes? // *Crop Sci*. 2008. Vol. 48. p. 825–840.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / М.: Альянс, 2014. 351 с.
15. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. 538 с.
16. Международный классификатор СЭВ вида *Linum usitatissimum* L. Л.: ВИР, 1989. 37 с.
17. Смиряев А.В., Гохман М.В. Биометрические методы в селекции растений. М.: Агропромиздат, 1985. 214 с.

References

1. Kolotov A.P. Oil flax in the Middle Urals (monograph). Yekaterinburg, 2020. 227 p.
2. Kuznetsova G.N., Loshkomoinikov I.A., Krivoshlykov K.M. Economical effectiveness of oil crops cultivation in the Omsk region // Oil Crops. Issue 3 (187). 2021. P. 53–57. doi.org/10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57
3. Flax Genetic Resources in Europe / L. Maggioni, M. Pavelek, L.J.M. van Soest, E. Lipman // Ad Hoc Meeting. Prague, Czech Republic, 2001. 85 p.
4. Oil flax: selection, seed production, cultivation and harvesting technology / F.M. Galkin, V.I. Khatnianskii, N.M. Tishkov, V.T. Piven, V.D. Shaforostov Krasnodar, 2008. 191 p.
5. Lukomets V.M., Zelentsov S.V., Krivoshlykov K.M. Prospects and reserves for the expansion of production of oil crops in the Russian Federation // Oil crops. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil Crops. 2015. No. 4 (164). P. 81-102.
6. Selection parameters (heritability, genetic advance, correlation and path coefficient) analysis in linseed (*Linum usitatissimum* L.) / R.K. Kasana, P.K. Singh, A. Tomar, S. Mohan, S. Kumar // The Pharma Innovation Journal. 2018. Vol. 7 (6). P. 16–19
7. Use of world genetic resources of flax of the All-Russian Research Institute of Plant Industry collection in the development of varieties of Tomsk selective breeding / G.A. Popova, G.A. Michkina, N.B. Rogalskaya, V.M. Trofimova, N.B. Brach // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2015. Vol. 176. No. 1. P. 76-87. doi.org/10.30901/2227-8834-2015-1-76-87.
8. Kolotov A.P. Ecological and matrinal diversity of oil flax seeds // Oil crops. Issue 1. (185). 2021. P. 18-26. doi.org/10.25230/2412-608X-2021-1-185-18-26
9. Rudik O. L. Influence of agrotechnical methods on yield formation and quality of seeds of oil-bearing flax. Agrology. 2019. Vol. 2, Iss. 1. P. 3–9. doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14011
10. Kolotov A.P., Siniakova O.V. Oil flax is a promising culture for the Sverdlovsk region // Agro-industrial policy of Russia. 2014. No. 3. P. 36–38.
11. Volkov D.P., Zaitsev S.A., Nosko O.S. Evaluation of the oil flax gene pool for selective breeding in the Nizhnevolzhsky region // In the collection: Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex in the conditions of aridization of the climate. The collection of materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 35th anniversary of the FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”. Saratov, 2021. P. 82–90.
12. Selective breeding of oil flax for resistance to flax-culture fatigue for short crop rotations in arid regions of the south of Russia / S.V. Zelentsov, L.G. Riabenko, E.V. Moshnenko, V.S. Zelentsov // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016. Vol. 30. No. 6. P. 9–11.
13. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential Hybridization of Flax with Weedy and Wild Relatives: An Avenue for Movement of Engineered Genes? // Crop Sci. 2008. Vol. 48. P. 825–840.
14. Dospekhov B.A. Methodology of field experiments with the basics of statistical processing of research results / M.: Alians, 2014. 351 p.
15. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Semerenko S.A. Methodology of agrotechnical research in experiments with the main field crops. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2022. 538 p.
16. The international COMECON list of descriptors for the genus of *Linum usitatissimum* L. L.: All-Russian Research Institute of Plant Industry, 1989. 37 p.
17. Smirinaev A.V., Gokhman M.V. Biometric methods in plant selection. M.: Agropromizdat, 1985. 214 p.

Информация об авторах

Сергей Александрович Зайцев, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», тел.: +79173142272, e-mail: zea_mays@mail.ru, ORCID. 0000-0002-6829-1970

Денис Дмитриевич Бабушкин, младший научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», аспирант ФГБОУ ВО Вавиловский университет, тел.: +79085404788, e-mail: denchik241088@gmail.com, ORCID. 0000-0003-3520-9376

Анастасия Алексеевна Рожкова, лаборант-исследователь отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», тел.: +79085547593, e-mail: sadovova952@gmail.com

Оксана Сергеевна Башинская, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», тел.: +79276275366, e-mail: oksana_bashinska@mail.ru, ORCID. 0000-0002-9553-9994

Information about the authors

S. A. Zaitsev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of Corn and Leguminous Crops Department in FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, +79173142272, e-mail: zea_mays@mail.ru, ORCID. 0000-0002-6829-1970

D. D. Babushkin, Junior Researcher of Corn and Leguminous Crops Department in FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, postgraduate student of Saratov State Vavilov Agrarian University, e-mail: denchik241088@gmail.com, +79085404788, ORCID. 0000-0003-3520-9376

A. A. Rozhkova, Laboratory Researcher of Corn and Leguminous Crops Department in FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, +79085547593, sadovova952@gmail.com

O. S. Bashinskaia, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of Corn and Leguminous Crops Department in FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, +79276275366, e-mail: oksana_bashinska@mail.ru, ORCID. 0000-0002-6829-1970

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.02.2024; одобрена после рецензирования 20.02.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 10.02.2024; approved after reviewing 20.02.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 33-42
Agricultural journal. 2024; 17 (1). P. 33-42

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК 633.174: 631.52
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.1.17.2024

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ В СЕЛЕКЦИИ СОРГО

Сергей Иванович Капустин¹, Наталья Александровна Багринцева¹, Аркадий Валерьевич Самойленко¹, Андрей Сергеевич Капустин²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, г. Михайловск, e-mail: info@fnac.center

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Россия, г. Ставрополь, e-mail: info@ncfu.ru

Аннотация. Целью исследований является изучение морфо-биологических различий и особенностей строения генеративных органов стерильных форм и восстановителей фертильности, а также уточнение методов и схемы селекции материнского линейного материала сорго с использованием цитоплазматической мужской стерильности. Изучение стерильных линий сорго проводили методами полевых и лабораторных опытов в 2021–2023 годах по утвержденной программе и методике исследований на опытном поле и лабораторной базе ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», расположенном в г. Михайловске Ставропольского края. Селекционный, гибридный питомник размножения стерильных линий включают образцы, которые по реакции на цитоплазматическую мужскую стерильность (ЦМС) считаются закрепителями стерильности. Объектом изучения стали восемь стерильных и восемь фертильных закрепителей стерильности линий сорго. Максимальная урожайность зерна в среднем за 2021–2023 гг. установлена у линий Княжна (3,7 т/га), Зерста 90с (3,4 т/га), А 63 (3,3 т/га) и А 3615 (3,12 т/га). Самые высокие значения содержания сахара в соке стеблей получены у Коричневозерное С (15,4 %), Ставропольское 63 (15,7 %), В 3622 (15,2 %), В 1012 (14,9 %), Зерста 90 (14,2 %), Зерста 38 В (14,1 %). Закрепители стерильности имеют более высокое (на 0,6–3,3 %) наличие сахара в соке стеблей, чем у стерильных форм. Линии Зерста 38А, А 3615, А 3622, Зерста 90с, Л 325, Зерста 97, К 8921, К 8923, Л 662 выступают донорами по скороспелости. Стерильная линия А 3622 служит донором по увеличению урожайности и высоты гибридных растений. Увеличение урожайности зерна и зеленой массы также обеспечивают линии Зерста 38А, Зерста 90с, А 3615, А 3529, Коричневозерное С, Л 596, К 3721.

Ключевые слова: сорго, стерильная линия, закрепитель стерильности, насыщающее скрещивание.

Для цитирования: Капустин С.И., Багринцева Н.А., Самойленко А.В., Капустин А.С. Особенности использования цитоплазматической мужской стерильности в селекции сорго // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 33-42.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.1.17.2024

Original article

**SPECIAL ASPECTS OF THE USE OF CYTOPLASMIC MALE STERILITY
IN SORGHUM SELECTIVE BREEDING****Sergei I. Kapustin¹, Natalia A. Bagrintseva¹, Arkadii V. Samoilenko¹,
Andrei S. Kapustin²**¹FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Russia, Mikhailovsk, e-mail: info@fnac.center²FSAEI HE “North Caucasus Federal University”, Russia, Stavropol, e-mail: info@ncfu.ru

Abstract. The purpose of the research is to study the morphobiological differences and structural features of the generative organs of sterile forms and fertility restorers, as well as to clarify the methods and selection scheme for maternal linear material of sorghum with the use of cytoplasmic male sterility. The study of sterile sorghum lines was carried out using field and laboratory experiments in 2021-2023 according to the approved program and research method on the experimental field and laboratory facilities of “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” in Mikhailovsk, Stavropol Territory. Plant-breeding, hybrid nurseries of sterile lines include specimens, which by reaction to cytoplasmic male sterility (CMS), are considered as sterility maintenance lines. The object of the study was 8 sterile and 8 fertile sterility maintenance sorghum lines. Average maximum grain yield for 2021-2023 was determined in the lines Kniazhna (3.7 t/ha), Zersta 90s (3.4 t/ha), A 63 (3.3 t/ha) and A 3615 (3.12 t/ha). The highest values of sugar content in the juice of the stems were obtained from Korichnevozernoe S (15.4%), Stavropolskoe 63 (15.7%), V 3622 (15.2%), V 1012 (14.9%), Zersta 90 (14.2%), Zersta 38V (14.1%). Sterility maintenance lines have higher sugar content in the juice of the stems than in sterile forms (0.6–3.3%). The lines Zersta 38A, A 3615, A 3622, Zersta 90s, L 325, Zersta 97, K 8921, K 8923, L 662 are donors for early ripening. Sterile line A 3622 is a donor for increasing the yield and height of hybrid plants. An increase in grain yield and herbage is also provided by the lines Zersta 38A, Zersta 90s, A 3615, A 3529, Korichnevozernoe S, L 596, K 3721.

Keywords: sorghum, sterile line, sterility maintenance line, recurrent backcrossing.

For citation: Kapustin S.I., Bagrintseva N.A., Samoilenko A.V., Kapustin A.S. Special aspects of the use of cytoplasmic male sterility in sorghum selective breeding // Agricultural journal. 2024; 17 (1). P. 33-42. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/004.1.17.2024

Введение. Использование цитоплазматической мужской стерильности в семеноводстве гибридного сорго получило признание как наиболее дешевого способа получения гибридных семян в условиях производства [1]. При нем полностью исключается скрещивание между материнскими растениями [2]. С целью получения гибридных семян нужны как линии-восстановители фертильности, так и закрепители стерильности пыльцы. Последние необходимы для того, чтобы создавать стерильные аналоги, которые будут использованы в простых гибридах в качестве материнских форм [3].

В результате нарушения окислительно-восстановительных процессов в цитоплазме пыльцевых зерен происходит обеднение их крахмалом и жирами, изменяется состав и количество аминокислот, пластид и хондрисом. У стерильных форм происходит существенное отклонение от нормы в пыльниках количественного содержания сво-

бодных аминокислот; у насыщаемых линий – резкое изменение морфологических признаков метелки, дегенерация пыльников, в результате чего они становятся бледными, уменьшаются в размере и не содержат пыльцы. Эти изменения сохраняются в последующих поколениях. Ряд литературных источников указывает на одинаковое прохождение начальных фаз развития пыльцы как у стерильного, так и у фертильного аналогов [1, 4]. Дегенерация пыльцы у стерильных форм наступает после мейоза, при переходе к спермогенезу, и последний не осуществляется. Установлены отчетливые различия в строении экзипы пыльцы у стерильных и фертильных форм. Экзина пыльцы фертильных растений имеет гладкую поверхность, а экзина пыльцы стерильных растений – сетчатую. Цитоплазма у стерильных форм малозернистая, жидкая и располагается лишь по стенкам пыльцевого зерна сравнительно тонким слоем. Она содержит небольшое количество запасных питательных веществ, поэтому не окрашивается ацетокармином и кажется при просмотре под микроскопом пустой. Цитоплазма фертильных форм густая, без вакуолей, зернистая, богатая пластидами и запасными питательными веществами. Стерильность пыльцы обуславливается дегенерацией ядра и цитоплазмы, резким уменьшением запасных веществ.

Прежде чем использовать образцы в селекции сорго, их изучают по реакции на ЦМС по способности закреплять стерильность пыльцы в гибриде или восстанавливать фертильность [5, 6]. Самое значительное увеличение продуктивности происходит у межвидовых гибридов, полученных от генетически отдаленных видов сорго [7, 8]. Образцы кафрского сорго, показывающие хорошую способность закреплять стерильность, целесообразно применять для выведения материнских линий (стерильных аналогов). Образцы китайского, негритянского, хлебного, травянистого или гвинейского видов сорго лучше использовать для получения отцовских форм стерильных гибридов.

Установлена разница в содержании аминокислот. Количество аланина в стерильных пыльниках в 2-3 раза выше, чем в фертильных. На более поздних стадиях развития пыльцы наблюдается также различие в содержании пролина и аспаргина, причем пролин фактически присутствует только в фертильных пыльниках. Пыльцевые зерна у стерильных форм имеют мало пластид и хондрисом, обеднены другими аминокислотами, гетероауксинами и жирами [6, 9]. У большинства культур, где обнаружена ЦМС, стерильность при соответствующей цитоплазме обеспечивается рецессивными аллелями генов, а восстановление – доминантными. В проявлении свойств стерильности и фертильности участвуют гены модификаторы, обнаруживающиеся под влиянием условий выращивания.

В первый год насыщающего скрещивания наблюдается проявление гетерозиса по большинству морфологических признаков. На втором и третьем году насыщения стерильностью наблюдаются постепенное снижение гетерозиса и приближение изучаемых признаков к отцовской форме. В каждом поколении от насыщающих скрещиваний материнские признаки постепенно ослабевают. Иначе наследуется ЦМС, которой обладает материнская форма. Уже в первый год стерильность наследуется на 100 %. У насыщаемых линий происходит резкое изменение морфологических признаков метелки, дегенерация пыльников – они не содержат пыльцы. Эти изменения сохраняются и в последующих поколениях. Исключения составляют отдельные формы, образующие стерильную пыльцу. Фертильные аналоги могут иметь незначительное (от 0,8 до 10,4 %) количество стерильных зерен [10, 11, 12].

Размер частей цветка стерильных растений существенно не отличается от фертильных, за исключением пыльников, имеющих существенные различия. Как у стерильных линий, так и у их фертильных аналогов пыльники полностью выходят из раскрывшихся цветков и имеют бледную или другую окраску у стерильных растений и

желтую или ярко желтую – у фертильных. Пыльники у стерильных растений недоразвитые, игловидные и всегда закрытые. При встряхивании цветущих метелок стерильные растения не пылят и под пергаментными изоляторами семян не завязывают.

Пыльники фертильных растений нормально развиты, на конце пыльника расположена хорошо заметная пора, из которой при созревании высыпается пыльца. При встряхивании цветущих метелок растений в воздухе образуется заметное облачко пыльцы, под пергаментными изоляторами завязываются семена. Надежными критериями для причисления сорго к стерильным или фертильным формам являются характеристика пыльников, их форма и размер. По числу надземных узлов, по длине метелки, ее выдвинутости, ширине листа стерильные линии уступают фертильным аналогам, а по толщине верхней части стебля значительной разницы не наблюдается.

Длительный период восприимчивости к пыльце стерильных линий сорго очень желателен, так как цветение отцовских форм часто не совпадает с цветением материнских. Важно знать ее продолжительность у стерильных линий, являющихся материнскими формами, что облегчает подбор родительских пар. Продолжительность жизнеспособности рылец стерильной линии сорго определяется по завязыванию семян при опылении разновозрастных рылец свежесобранной пыльцой. Для полного цветения стерильных метелок, как и метелок обычного фертильного типа, требуется 6–9 дней.

Цель исследований – изучение морфобиологических различий и особенностей строения генеративных органов стерильных форм и восстановителей фертильности, а также уточнение методов и схемы селекции материнского линейного материала сорго с использованием цитоплазматической мужской стерильности.

Материал и методы исследований. В 2021–2023 годах изучение стерильных линий сорго выполняли на опытном поле и лабораторной базе ФГБНУ «Северо-Кавказского ФНАЦ», расположенном в г. Михайловске Ставропольского края. Почвенный покров опытного поля представлен типичным, среднесуглинистым, мицеллярно-карбонатным черноземом с глубиной гумусового горизонта 100–120 см. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,2 %.

Погодные условия в течение вегетационного периода 2021 года определялись теплым климатическим фоном. В июле – сентябре средняя суточная температура воздуха была выше средних значений на 1,9 °С. В 2022 и 2023 годах условия благоприятствовали росту и развитию сорго. Средняя суточная температура воздуха за период с мая по октябрь 2022 года составила 18,3 °С, а в 2023 году – 18,9 °С, по сравнению с долгосрочными средними значениями 18,4 °С. Количество осадков за это время составило соответственно 415,5 мм в 2022 году и 396 мм – в 2023 году, в то время как многолетние средние значения насчитывали 355 мм.

Исследования проводили методом полевых и лабораторных опытов. Материалом изучения стали восемь стерильных и восемь фертильных закрепителей стерильности линий сорго. Морфобиологические учеты, фенологические наблюдения осуществляли в соответствии с методикой оценки и наблюдений широкого унифицированного классификатора СЭВ [13], методикой государственной комиссии по сортоиспытанию [14]. Результаты исследований обрабатывали методом дисперсионного анализа по методике Доспехова Б.А. [15].

Результаты исследований и их обсуждение. Питомник стерильных линий содержит образцы-закрепители стерильности по реакции на ЦМС. Создание аналогов восстановителей фертильности, а также стерильных аналогов основано на передаче ЦМС вариантам-закрепителям стерильности методом насыщающих скрещиваний с отбором для данных опылителей стерильных типичных растений. Формирование гетерозисных гибридов F1 зависит от генетических особенностей исходных форм. При выбо-

ре пар для скрещивания необходимо знать комбинаторный потенциал и закономерности передачи селекционных признаков материнских форм. Результаты исследования стерильных линий сорго, созданных ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», представлены в данной статье.

Авторами Вахопским Э.К., Багринцевой Н.А. и Володиным А.Б. разработана стерильная линия Зерста 90с, полученная через скрещивание стерильной линии зернового сорго А 823 с закрепителем стерильности Зерста 90ф, созданного из сортов Скоро-спелое 89 и Сарваши.

Линия Зерста 38А, выведенная теми же авторами, получена методом насыщающих скрещиваний линии А 803 с закрепителем стерильности Л 320/63 и закрепителем стерильности 4338/83, отобранным из сорта Надежда Ставрополя.

Стерильная линия А 3615, выведенная авторами Вахопским Э.К. и Багринцевой Н.А., создана методом скрещиваний стерильной линии Зерста 38А с закрепителем стерильности Л 3615/2001, полученным из сорта зернового сорго Надежда Ставрополя.

Линии Княжна и А 3529 также созданы с использованием метода насыщающих скрещиваний стерильных линий зернового сорго. Линия Княжна путем насыщающих скрещиваний Зерста 38А закрепителем 3622/90, полученного из сорта Надежда Ставрополя путем отбора и самоопыления, а линия А 3529 – путем насыщающих скрещиваний А 771 закрепителем стерильности Л 3529/2001, полученного из гибридной популяции от скрещивания сортов зернового сорго Скоро-спелое 89 и Сарваши путем отбора и самоопыления.

Стерильная линия сахарного сорго А 63, авторы которого – Жукова М.П. и Вахопский Э.К., получена путем отбора элитного растения из сорта сахарного сорго Ставропольское 63 и последующего топкросса.

Линия А 1012, разработанная Вахопским Э.К. и Багринцевой Н.А., также выведена методом насыщающего скрещивания стерильной линии Зерста 38А закрепителем стерильности Л1012/2001, полученным путем многократного самоопыления и отбора.

Стерильная линия Коричневозерное С (авторы Вахопский Э.К., Багринцева Н.А.) выведена на основе стерильной линии Зерста 90с с последующим насыщающим скрещиванием закрепителем стерильности К 3891/2001, с последующим отбором до хорошей выравненности.

В таблицах 1 и 2 представлена морфобиологическая характеристика восьми изучаемых нами стерильных линий и восьми закрепителей стерильности. Густоту растений формировали при ручной прорывке всходов. В селекционном питомнике осуществляли по 20 скрещиваний стерильных линий с закрепителями стерильности этих линий. С целью размножения семян на восьми закрепителях стерильности выполнено по 10–15 самоопылений.

В среднем за 2021–2023 годы наиболее высокорослыми стерильными линиями стали Княжна (182 см) и Зерста 90с (177 см), среднерослыми – А 63 (139 см), Коричневозерное С (136 см) и А 1012 (136 см). Наименьшие значения высоты растений получены у Зерста 38А (121 см), А 3529 (132 см) и А 3615 (128 см). Самые значительные показатели длины метелок (24,5–32,7 см) получены у линий Зерста 38А, Княжна, А 3529, А 3615 и Коричневозерное С.

Линии Коричневозерное С, А 1012, Зерста 90с и Зерста 38А показали высокие значения выдвинутости метелок из раструба верхнего листа с диапазоном от 10,4 до 16,2 см, в то время как у остальных наблюдаемых линий данный показатель составлял от 0,5 до 4,2 см. Самые существенные значения длины листа, от 73 до 75 см, получены у линий А 3615, Княжна и Зерста 90с.

Таблица 1

Хозяйственно-биологические свойства стерильных линий сорго
и их аналогов-закрепителей стерильности (среднее за 2021–2023 гг.)

Table 1

Economic and biological properties of sterile sorghum lines
and their sterility maintenance analogues (average for 2021–2023)

Название линии	♀/♂	Продолжительность периода, дней		Высота растений, см		Полетание растений, %	Масса 1 000 зерен, г	Содержание в зерне белка, %	Содержание сахара в соке стеблей, %
		всходы-цветение	всходы-полная спелость	на 30-й день вегетации	в фазе спелости				
А 63	♀	68	103	67	139	0	25,3	6,38	15,2
Ставропольское 63	♀	–	–	67	138	0	–	–	15,7
Княжна	♀	64	96	63	182	18	24,2	7,24	14,1
В 3622	♀	–	–	67	184	16	–	–	15,2
Зерста 38А	♀	67	98	70	121	4	25,8	9,43	13,5
Зерста 38В	♀	–	–	67	120	4	–	–	14,1
Зерста 90с	♀	69	101	75	177	0	26,8	9,37	13,6
Зерста 90	♀	–	–	76	176	2	–	–	14,2
А 3615	♀	65	97	71	128	0	24,0	7,44	12,7
В 3615	♀	–	–	68	129	0	–	–	13,5
А 1012	♀	63	97	55	136	2	25,9	8,76	13,6
В 1012	♀	–	–	60	135	2	–	–	14,9
А 3529	♀	66	98	66	132	3	23,5	9,95	13,5
В 3529	♀	–	–	64	133	2	–	–	13,2
Коричневозерное С	♀	66	99	61	136	0	22,6	9,34	12,1
Коричневозерное Ф	♀	–	–	62	137	0	–	–	15,4

Примечание: ♀ – стерильная форма, ♂ – фертильная форма.

Таблица 2

Ботанические и морфологические показатели стерильных линий сорго
(среднее за 2021–2023 гг.)

Table 2

Botanical and morphological characteristics of sterile sorghum lines
(average for 2021–2023)

Линия	Метелка		Лист			Толщина стебля, см	Урожайность зеленой массы				Урожайность зерна, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Снижение влажно-сти зерна за сутки, %	
	длина, см	выдвину-тость, см	количество, шт.	длина, см	ширина, см		всего, т/га	в том числе, %					начало созре-вания	конец созре-вания
								стеблей	метелок с зерном	листьев				
А 63	22,1	0,5	9	64	7,6	1,65	28,1	56,2	24,6	19,2	3,31	24,0	-	0,3
Княжна	28,6	4,2	8	75	7,3	1,41	26,7	62,5	20,7	16,8	3,71	17,0	0,3	0,2
Зерста 38А	32,7	10,4	10	70	7,6	1,70	16,8	48,3	31,5	20,2	3,02	24,4	0,2	0,4
Зерста 90	22,1	11,8	9	73	6,7	1,69	30,1	60,4	20,4	19,2	3,41	23,3	0,7	0,5
А 3615	24,5	4,1	7	75	6,0	1,49	17,9	48,9	35,8	15,3	3,12	19,0	0,4	0,2
А 1012	22,8	14,1	7	62	6,1	1,36	17,1	54,9	27,4	17,7	2,94	19,7	0,7	0,5
А 3529	25,6	1,1	9	69	7,1	1,67	17,3	46,7	33,8	19,5	2,84	15,7	0,9	0,5
Коричнево-зерное С	24,6	16,2	8	69	7,2	1,62	18,6	57,6	24,2	18,2	2,91	15,2	0,4	0,8
НСР _{05, т/га}							0,8				0,19			

Наибольший урожай зеленой массы, составивший 30,1 т/га, 26,6 т/га и 28,1 т/га соответственно, достигнут у линий Зерста 90с, Княжна и А 63. Остальные формы показывали урожайность в диапазоне 16,8–18,6 т/га. При анализе процентного содержания стеблей, метелок и листьев в общей зеленой массе установлено, что Зерста 90с и Княжна обладали наибольшим количеством стеблей (60,4–62,5 %). Содержание метелок у линий А 3615, А 3529 и Зерста 38А колебалось от 31,5 до 35,8 %. У остальных линий процентное содержание метелок в зеленой массе было значительно ниже, в пределах 20,7–27,4 %. Содержание листьев оказалось наибольшим у Зерста 38А, А 3529, А 63 и Зерста 90с – 20,2 %, 19,5 %, 19,2 % и 19,2 % соответственно. Линии А 3529, Зерста 90с, Коричневозерное С и Зерста 38А показали содержание белка в зерне сорго выше 9 %.

Урожайность стерильной материнской формы определяет рентабельность семеноводства гибрида. Самый высокий урожай зерна в изучаемые годы наблюдался у линий Княжна (3,71 т/га), Зерста 90с (3,41 т/га), А 63 (3,3 т/га) и А 3615 (3,12 т/га). Максимальные значения массы 1 000 зерен соответствовали линиям А 63 (25,3 г), А 1012 (25,9 г), Зерста 90с (26,8 г) и Зерста 38А (25,8 г). Самые низкие значения уборочной влажности зерна обнаружены у линий Княжна (17,0 %), А 3529 (15,7 %) и Коричневозерное С (15,2 %). При анализе суточного снижения влажности установлено, что у А 1012 и Зерста 90с в начале созревания данный показатель был выше и доходил до 0,7 %, а у А 3529 – до 0,9 %.

Из приведенных выше данных можно заключить, что изучаемые стерильные линии обладают значительным разнообразием важных хозяйственных признаков, что делает их интересным исходным материалом для создания гибридов сорго сахарного, зернового и сорго-суданковых комбинаций.

Исходя из содержания сахара в стерильных линиях, габитуса растений, массы 1 000 зерен, скорости отдачи влаги зерном при созревании для создания гибридов F1 сахарного сорго и сорго-суданковых комбинаций в наибольшей степени подходит линия А 63, но так как эта линия имеет мелкое, бурое зерно, то для создания зерновых гибридов она не совсем пригодна. Стерильная линия Коричневозерное С имеет также мелкое зерно, поэтому ее целесообразнее использовать для получения сахарных (силосных) гибридов сорго.

Линия Зерста 38А обладает крупным белым зерном. Несмотря на низкие показатели высоты, эта линия при удачном комбинировании с отцовскими формами обеспечивает высокий уровень гетерозиса по высоте растений и ее используют в скрещиваниях для создания сахарных и зерновых гибридов.

Стерильная линия Зерста 90с широко используется в гибридах, допущенных к использованию в настоящее время. Она пригодна для создания силосных, зерновых и сорго-суданковых комбинаций. Линию Княжна целесообразнее применять для селекции гибридов сахарного сорго, а также зернового и сорго-суданковых комбинаций.

Стерильные линии А 1012 и А 3529 характеризуют сравнительно крупное зерно, поэтому их лучше использовать для создания гибридов зернового направления, но они вполне подходят и для создания сахарных комбинаций и сорго-суданковых гибридов. Линия А 3615 также имеет крупное зерно и обеспечивает высокий уровень гетерозиса при создании зерновых и сахарных гибридов. Она пригодна и для получения сорго-суданковых комбинаций.

Значения содержания сахара в соке стеблей (9–20 октября 2021–2023 гг.) позволяют сделать заключение о том, что закрепители стерильности имеют более высокое наличие сахара в соке стеблей, чем стерильные формы. Закрепители стерильности чаще встречаются в природных условиях, особенно у кафрских форм, и создание (перевод на стерильную основу линий путем насыщающих скрещиваний, то есть стабилизация их

генома, способствует уменьшению содержания сахара в стерильных линиях: на 1,1 % – у линии Княжна; на 0,6 % – у Зерста 38А; на 0,6 % – у Зерста 90с; на 0,8 % – у А 3615; на 1,3 % – у А 1012; на 3,3 % – у Коричневозерное С соответственно.

Максимальные значения содержания сахара в соке стеблей получены у линий Коричневозерное Ф (15,4 %), Ставропольское 63 (15,7 %), В 3622 (15,2 %), В 1012 (14,9 %), Зерста 90ф (14,2 %), Зерста 38В (14,1 %).

Заключение. Изучаемые стерильные линии обладают значительным разнообразием по основным хозяйственно ценным признакам, поэтому они представляют интерес как исходный материал для селекции сорговых культур.

Лучший урожай зеленой массы получен от линий Зерста 90с, Княжна и А 63. Наиболее высокие показатели продуктивности зерна за последние три года отмечены у линий Княжна, Зерста 90с, А 63 и А 3615. Наименьшая влажность зерна наблюдалась у линий Княжна, Коричневозерное С и А 3529.

Максимальные значения содержания сахара в соке стеблей получены у линий Коричневозерное Ф (15,4 %), Ставропольское 63 (15,7 %), В 3622 (15,2 %), В 1012 (14,9 %), Зерста 90 (14,2 %), Зерста 38В (14,0 %).

Список источников

1. Кулинцев В.В., Капустин С.И., Володин А.Б., Капустин А.С., Паньков Ю.И. Возделывание сорго и однолетних кормовых культур на семена. Ставрополь: ВНИИОК, 2019. 128 с.
2. Кибальник О.П. Влияние типа стерильной цитоплазмы на проявление истинного гетерозиса у гибридов F1 сахарного сорго // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (103). С. 63–69. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-103-5-63-69>
3. Канукова К.Р., Боготова З.И., Газаев И.Х., Аппаев С.П. Цитоплазматическая мужская стерильность. Гены-восстановители у кукурузы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 4 (96). С. 40–48. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2020-4-96-40-48>
4. Кибальник О.П., Ларина Т.В., Каменева О.Б., Семин Д.С. Оценка засухоустойчивости ЦМС-линий сорго на основе различных источников стерильности // Труды по прикладной ботанике и селекции. 2021. № 182 (4). С. 9–17. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-9-17>
5. Ковтунова Н.А., Романюкин А.Е., Ковтунов В.В., Ермрлина Г.М., Шишова Е.А. Использование цитоплазматической мужской стерильности в селекции сорго на урожайность // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15. № 4. С. 14–20. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-87-4-14-20>
6. Кибальник О.П. Комбинационная способность ЦМС-линий зернового сорго на основе А1, А2, А3, А4, 9Е и М-35-1А типов цитоплазматической мужской стерильности // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 21 (6). С. 651–656. <https://doi.org/10.18699/vj17.282>
7. Сухенко Н.Н., Ковтунов В.В. Изучение эффекта гетерозиса морфо-биологических признаков гибридов F1 сорго зернового // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15. № 5. С. 5–11. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-88-5-5-11>
8. Алабушев А.В., Анипенко Л.Н., Гурский Н.Т., Коломиец Н.Я., Костылев П.И., Мангуш П.А., Алабушева О.И. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика). Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2003. 364 с.
9. Kapustin S., Volodin A., Kapustin A., Samokish N. Feed Quality of New Sudan Grass Varieties // Journal of Agriculture and Nature. 2022. Volume 25. Issue 2. P. 400–405. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.916295>
10. Кибальник О.П. Комбинационная способность компонентов скрещиваний гибридов

F1 сахарного сорго по урожайности биомассы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 11–18.
https://doi.org/10.55170/19973225_2023_8_3_11

11. Капустин С.И., Володин А.Б., Капустин А.С. Новый сорго-суданковый гибрид Гвардеец // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3 (27). С. 75–83.
<https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-3-27-75-83>

12. Ringo J., Onkware A., Mgonja M. Heterosis for yield and its components in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench.) hybrids in dry lands and sub-humid environments of East Africa // Australian Journal of Crop Science. 2015. Volume 9. Issue 1. P. 9–13.

13. Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench. Л.: ВИР, 1982. 34 с.

14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть. Москва, 2019. 329 с.

15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Книга по требованию. 2013. 349 с.

References

1. Kulintsev V.V., Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S., Pankov Yu.I. Cultivation of sorghum and annual forage crops for seeds. Stavropol: All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding, 2019. 128 p. (In Russ.).

2. Kibalnik O.P. Influence of the type of sterile cytoplasm on the manifestation of true heterosis in F1 hybrids of sweet sorghum // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2023; 5(103): 63-69. (In Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-103-5-63-69>

3. Kanukova K.R., Bogotova Z.I., Gazaev I.Kh., Appaev S.P. Cytoplasmic male sterility. Restorer genes in corn // News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2020; 4(96): 40-48. (In Russ.). <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2020-4-96-40-48>

4. Kibalnik O.P., Larina T.V., Kameneva O.B., Semin D.S. Assessment of drought resistance of sorghum CMS lines based on various sources of sterility // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2021; 182(4): 9-17. (In Russ.). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-9-17>

5. Kovtunova N.A., Romaniukin A.E., Kovtunov V.V., Ermolina G.M., Shishova E.A. Use of cytoplasmic male sterility in the selective breeding of sorghum for yield // Grain Economy of Russia. 2023; 15(4): 14-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-87-4-14-20>

6. Kibalnik O.P. Combination ability of CMS lines of grain sorghum based on A1, A2, A3, A4, 9E and M-35-1A types of cytoplasmic male sterility // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017; 21(6): 651-656. (In Russ.). <https://doi.org/10.18699/vj17.282>

7. Sukhenko N.N., Kovtunov V.V. Study of the effect of heterosis of morpho-biological characteristics of grain sorghum F1 hybrids // Grain Economy of Russia. 2023; 15(5): 5-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2023-88-5-5-11>

8. Alabushev A.B., Anipenko L.N., Gurskii N.T., Kolomiets N.Ya., Kostylev P.I., Mangush P.A., Alabusheva O.I. Sorghum (breeding, seed production, technology, economics). Rostov-on-Don: ZAO Kniga, 2003. 364 p. (In Russ.).

9. Kapustin S., Volodin A., Kapustin A., Samokish N. Feed Quality of New Sudan Grass Varieties // Journal of Agriculture and Nature. 2022; 25(2): 400-405.
<https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.916295>

10. Kibalnik O.P. Combination ability of crossbreeding components of F1 hybrids of sweet sorghum by biomass yield // Bulletin Samara State Agricultural Academy. 2023; 3: 11-18. (In Russ.). https://doi.org/10.55170/19973225_2023_8_3_11

11. Kapustin S.I., Volodin A.B., Kapustin A.S. New Sorghum-Sudan hybrid Gvardeets // Tauride Bulletin of Agrarian Science. 2021; 3(27): 75-83. (In Russ.). <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-3-27-75-83>

12. Ringo J., Onkware A., Mgonja M. Heterosis for yield and its components in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench.) hybrids in dry lands and sub-humid environments of East Africa // Australian Journal of Crop Science. 2015; 9(1): 9-13.
13. Yakushevskii E.S., Varadinov S.G., Korneichuk V.A., Baniai L. Wide unified CMEA classifier and international CMEA classifier of cultivated species of the genus *Sorghum* Moench. L.: All-Russian Research Institute of Plant Industry, 1982. 34 p. (In Russ.).
14. Methodology for state variety testing of agricultural crops. First issue. General part. Moscow, 2019. 329 p. (In Russ.).
15. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Print On Demand. 2013. 349 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Сергей Иванович Капустин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства сорго, тел.: +7 (988) 678-98-57, e-mail: info@fnac.center, ORCID: 0000-0002-3389-0340

Наталья Александровна Багринцева, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и первичного семеноводства сорго, тел.: +7 (962) 403-76-52, e-mail: lab.sorgo@fnac.center, ORCID: 0000-0002-3291-8778

Аркадий Валерьевич Самойленко, аспирант лаборатории селекции и первичного семеноводства сорго, тел.: +7 (988) 102-60-65, e-mail: sd@fnac.center

Андрей Сергеевич Капустин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники, физиологии и биохимии растений, тел.: +7 (906) 411-80-17, e-mail: hpplus@bk.ru, ORCID: 0000-0001-7857-5988

Information about the authors

S.I. Kapustin, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Laboratory of Breeding and Primary Seed Production of Sorghum, tel.: +7 (988) 678-98-57, e-mail: info@fnac.center, ORCID: 0000-0002-3389-0340.

N.A. Bagrintseva, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Breeding and Primary Seed Production of Sorghum, tel.: +7 (962) 403-76-52, e-mail: lab.sorgo@fnac.center, ORCID: 0000-0002-3291-8778.

A.V. Samoilenko, Postgraduate Student of the Laboratory of Breeding and Primary Seed Production of Sorghum, tel.: +7 (988) 102-60-65, e-mail: sd@fnac.center

A.S. Kapustin, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Botany, Physiology and Biochemistry of Plants, tel.: +7 (906) 411-80-17, e-mail: hpplus@bk.ru, ORCID: 0000-0001-7857-5988.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 28.02.2024; одобрена после рецензирования 10.03.2024; принята к публикации 15.03.2024.

The article was submitted 28.02.2024; approved after reviewing 10.03.2024; accepted for publication 15.03.2024.

© Капустин С.И., Багринцева Н.А., Самойленко А.В., Капустин А.С., 2024

Сельскохозяйственный журнал. 2024. №1 (17). С.43-50
Agricultural journal. 2024; № 17 (1). P.43-50

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья

УДК 633.17:631.674.3:519.237.5

DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/005.1.17.2024

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ ОБРАЗЦОВ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

**Светлана Сергеевна Куколева, Оксана Павловна Кибальник, Виктория Игоревна
Степанченко, Елена Сергеевна Немкина**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», Россия, г. Саратов, E-mail: lily74-88@mail.ru

Аннотация. В статье представлена оценка засухоустойчивых сортообразцов суданской травы в условиях искусственно-смоделированного стресса, в результате которых целесообразно использовать в селекции новых сортов с высоким адаптивным потенциалом, приспособленных к возделыванию в засушливых регионах РФ. Исследования проводили в лаборатории ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В опыте по набуханию семян использовались раствор сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$) с осмотическим давлением 19 атмосфер и раствор нитрата калия (KNO_3) – 72 атмосферы, а при создании осмотического стресса использовали различные концентрации сахарозы: 8,3% (6 атм.), 12,4% (9 атм.), 16,5% (12 атм.), 20,7% (15 атм.), 24,8% (18 атм.). В настоящее время актуальными исследованиями являются изучение корреляций между различными хозяйственно ценными признаками суданской травы, поскольку это позволяет оптимизировать селекционную работу на ранних ее этапах. Для более продуктивного процесса создания исходного материала в селекции необходимо выявить корреляции между признаками, выделить наиболее сильные связи и на основе полученных данных провести дальнейшую работу. Проанализированные коэффициенты корреляции основных физиологических и селекционных признаков свидетельствуют о целесообразности подбора исходного материала, характеризующегося высокой урожайностью, набуханием семян (в гипертонических растворах), устойчивостью к стрессовым воздействиям (осмотики разной концентрации). Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с помощью программ «AGROS 2.09» корреляционным анализом. При анализе урожайности и физиологических признаков, рассматриваемых в опытах, определена отрицательная корреляционная связь между длиной проростка с сахарозой 18 атм. и урожайностью семян $r = -0,65 - -0,60$.

Ключевые слова: корреляции признаков, суданская трава, засухоустойчивость, сахароза, набухание семян, проросток, корешок.

Для цитирования: Куколева С.С., Кибальник О.П., Степанченко В.И., Немкина Е.С. Корреляционная взаимосвязь образцов суданской травы при оценке засухоустойчивости // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1(17). С.43-50.
DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/005.1.17.2024

Agronomy, forestry and water industry

Original article

CORRELATION OF SUDAN GRASS SAMPLES IN THE EVALUATION OF DROUGHT RESISTANCE

Svetlana S. Kukoleva, Oksana P. Kibalnik, Viktoriia I. Stepanchenko, Elena S. Nemkina
Federal State Budgetary Scientific Institution of “Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn”, Russia, Saratov, E-mail: lily74-88@mail.ru

Abstract. The article presents an evaluation of drought-resistant samples of Sudan grass under conditions of artificially simulated stress, which is advisable to use in breeding new varieties with high adaptive potential, which are adapted for cultivation in arid regions of the Russian Federation. The research was carried out in the laboratory of the FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”. In the seed imbibition experiment, a sucrose solution ($C_{12}H_{22}O_{11}$) with the osmotic pressure of 19 atmospheres and a potassium nitrate solution (KNO_3) with the osmotic pressure of 72 atmospheres were used. Different concentrations of sucrose were used to create osmotic stress: 8,3% (6 atm), 12,4% (9 atm), 16,5% (12 atm), 20,7% (15 atm), 24,8% (18 atm). Currently, the latest researches involve studying the correlations between various economically valuable traits of Sudan grass, as this allows optimizing breeding work at its early stages. In order to enhance the productivity of creating initial breeding material, it is necessary to identify correlations between traits, highlight the strongest connections, and carry out further work based on the obtained data. The analyzed correlation coefficients of the main physiological and breeding traits indicate the expediency of selecting initial material, which is characterized by high yield, seed imbibition (in hypertonic solutions), and resistance to stressful conditions (osmotic stress of different concentrations). Statistical processing of experimental data was performed with the use of “AGROS 2,09” program through correlation analysis. When analyzing yield and physiological traits in the experiments, a negative correlation was found between the length of seedling with 18 atm sucrose and seed yield $r = -0,65 - -0,60$.

Key words: correlation of traits, Sudan grass, drought resistance, sucrose, seed swelling, seedling, root.

For citation: Kukoleva S.S, Kibalnik O.P., Stepanchenko V.I., Nemkina E.S. Correlation of Sudan grass samples in the evaluation of drought resistance // Agricultural journal. 2024. № 17 (1). P. 43-50. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/005.1.17.2024

Введение. Большое разнообразие сельскохозяйственных культур недостаточно устойчивы к засухе, что значительно сказывается на возможности получения высоких урожаев в аридных зонах нашей страны. В этом смысле оценка его устойчивости к засухе имеет большое значение при выборе исходного генетического материала для изучения [1-2].

Применение в селекции достижений физиологии растений возможно на основе всестороннего изучения закономерностей роста и развития, протекания физиологических процессов, особенностей метаболизма растений в естественных и искусственных условиях [3-6]. Наиболее распространенным лабораторным методом, изученным селекционерами, является проращивание семян различных сельскохозяйственных культур в гипертонических растворах с высокой концентрацией и способность развиваться в них проростков и корешков, поскольку известна положительная корреляция между засухоустойчивостью и способностью семян прорасти в растворах осмотиков [7]. Поэтому в селекционной практике изучение устойчивости растений к воздействию различных абиотических стрессоров особенно актуально [8].

Изучение корреляции между признаками дает возможность провести предварительную оценку растений и более объективно выявить формы с высокими хозяйствен-

но ценными признаками, а их комплексная оценка даст возможность отобрать лучший исходный материал для дальнейшей селекции [9]. Селекционерами проводились исследования по определению корреляционных взаимосвязей между хозяйственно-ценными признаками у сахарного сорго, зернового сорго, сорго-суданковых трав для выявления наиболее прочных зависимостей [10-12]

Цель исследований. Изучить сопряженность случайных корреляций между селекционными признаками образцов суданской травы, установить их силу и направленность, выявить признаки, существенно связанные друг с другом.

Материал и методы исследований. Объектами для проведения исследований служили сорта и линии суданской травы (всего 9) – Аллегория, Зональская 6, Амбиция, Лаура, Л-30/17, Эмма, Л-96-3св/14, Мечта Поволжья, Фаина.

Определение особенностей набухания семян сорговых культур проводили гласно общепринятой методике [13]. Семена засухоустойчивых сортов в чистой воде поглощали воды меньше, а в растворах осмотиков больше, чем неустойчивые. Осмотиками в нашем опыте служили раствор сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$) с осмотическим давлением 19 атмосфер и раствор нитрата калия (KNO_3) – 72 атмосферы. Таким образом, схема опыта включила 3 варианта: 1 – контроль (раствор дистиллированной воды), 2 – раствор сахарозы (19 атм.), 3 – раствор нитрата калия (72 атм.). Степень поглощения воды и опытных растворов семенами изучали в динамике и контролировали через промежутки времени: 1 час, 2 часа, 4 часа, 6 часов, 24 и 48 часов. Набухание семян определено по следующей формуле:

$$A = (M_1 - M_2) \times 100 / M_2,$$

где M_1 и M_2 – массы набухшего и исходного образцов.

Анализ оценки засухоустойчивости образцов суданской травы проводили согласно методике проращивания семян в растворе сахарозы различной концентрации [14]. Семена изучаемых культур закладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу по 50 штук в трехкратной повторности и проращивали на дистиллированной воде в термостате при температуре 23°C. Для проведения исследований использовали 50 штук трехсуточных проростков. Образцы контрольной группы проростков оставляли на дистиллированной воде, опытную группу проростков переносили на раствор сахарозы. В каждую контрольную чашку Петри добавляли по 5 мл H_2O , а в опытную – 5 мл раствора $C_{12}H_{22}O_{11}$. При моделировании осмотического стресса испытывали различные концентрации сахарозы: 8,3% (6 атм.), 12,4% (9 атм.), 16,5% (12 атм.), 20,7% (15 атм.), 24,8% (18 атмосфер). Проростки экспонировали в течение 4-х суток в термостате ТС-80М. У 7-суточных проростков определяли величину морфометрических показателей: длина проростка и длина корешка для оценки влияния различных концентраций препарата на повышение устойчивости изучаемых культур к осмотическому стрессу.

Также оценивали интегральный параметр реакции растений на стресс по индексу root-shoot ratio – RSR, рассчитанному как соотношение между сухой массой корешков и проростков [15-16]. Взаимосвязь признаков проводили методом корреляционного анализа с использованием статистического пакета программ «AGROS 2.09» [17].

Результаты исследований и их обсуждение. В селекционной работе особое внимание уделяется разработке модели сортов и гибридов конкретного назначения. При оценке больших матриц данных требуется расчет с использованием корреляционного анализа. Корреляционный анализ показал наличие сильных взаимосвязей между несколькими признаками, значимых на 5%-м и 1%-м уровне (таблица). Группировка коэффициентов корреляции помогает оценить характер взаимодействия показателей, находящихся в матрице экспериментальных данных.

Корреляционные связи между физиологическими признаками и урожайностью образцов суданской травы

Таблица

Table

Correlations between physiological traits and yield of Sudan grass samples

Признаки	Набухание			Контроль			Сахароза 6 атм.			Сахароза 9 атм.			Сахароза 12 атм.			Сахароза 15 атм.			Сахароза 18 атм.			Урожайность	
	H ₂ O	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	KNO ₃	П	К	RSR	П	К	RSR	П	К	RSR	П	К	RSR	П	К	RSR	П	К	RSR	семян	биомассы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	1,00																						
2	0,68*	1,00																					
3	0,80**	0,87**	1,00																				
4	-0,22	0,14	0,26	1,00																			
5	0,02	-0,45	-0,25	-0,21	1,00																		
6	0,20	-0,04	0,09	-0,29	0,58	1,00																	
7	0,42	-0,14	0,01	-0,50	0,20	0,56	1,00																
8	-0,08	-0,06	-0,06	0,23	0,54	0,65	0,16	1,00															
9	-0,39	-0,12	0,00	0,46	0,39	0,23	-0,59	0,39	1,00														
10	0,17	-0,22	-0,28	-0,74*	0,28	0,56	0,80**	0,23	-0,43	1,00													
11	-0,52	-0,51	-0,27	0,29	0,04	-0,11	-0,27	-0,14	0,41	-0,48	1,00												
12	-0,55	-0,14	-0,05	0,62	-0,12	-0,29	-0,75*	-0,18	0,72*	-0,75*	0,60	1,00											
13	0,12	-0,45	-0,35	-0,44	0,67	0,64	0,77*	0,51	-0,29	0,73	-0,18	-0,63	1,00										
14	-0,23	-0,58	-0,49	-0,21	0,39	0,54	0,67	0,39	-0,23	0,54	0,10	-0,29	0,83**	1,00									
15	-0,60	-0,13	-0,37	0,55	-0,19	-0,33	-0,47	0,18	0,17	-0,36	-0,04	0,45	-0,18	0,14	1,00								
16	0,24	-0,32	-0,33	-0,51	0,56	0,33	0,65	0,27	-0,50	0,65	-0,42	-0,71*	0,89**	0,64	-0,08	1,00							
17	0,12	-0,48	-0,35	-0,32	0,60	0,47	0,75*	0,47	-0,35	0,62	-0,10	-0,65	0,96**	0,78*	-0,19	0,87**	1,00						
18	-0,51	-0,41	-0,31	0,16	-0,14	-0,17	-0,17	-0,32	0,32	-0,02	0,23	0,57	-0,30	-0,01	0,22	-0,38	-0,35	1,00					
19	0,27	-0,39	-0,29	-0,68*	0,52	0,50	0,85**	0,12	-0,50	0,81**	-0,28	-0,69*	0,90**	0,72*	-0,36	0,89**	0,84**	-0,16	1,00				
20	-0,08	-0,63	-0,48	-0,42	0,72*	0,62	0,66	0,36	-0,09	0,68*	-0,07	-0,34	0,90**	0,85**	-0,09	0,78*	0,81**	0,09	0,87**	1,00			
21	-0,36	-0,37	-0,37	0,39	0,43	-0,14	-0,31	0,24	0,26	-0,31	0,04	0,35	0,19	0,29	0,71*	0,33	0,19	0,08	0,03	0,32	1,00		
22	-0,17	0,27	-0,13	0,03	-0,24	-0,51	-0,61	-0,20	-0,08	-0,36	-0,30	0,15	-0,36	-0,33	0,60	-0,00	-0,39	-0,23	-0,34	-0,39	0,43	1,00	
23	-0,53	-0,02	-0,28	0,33	-0,33	-0,44	-0,60	0,17	0,28	-0,31	0,15	0,22	-0,46	-0,43	0,35	-0,47	-0,35	0,03	-0,65	-0,56	-0,08	0,31	1,00

Примечание: П – длина проростка; К – длина корешка; RSR – соотношение массы корешка и проростка

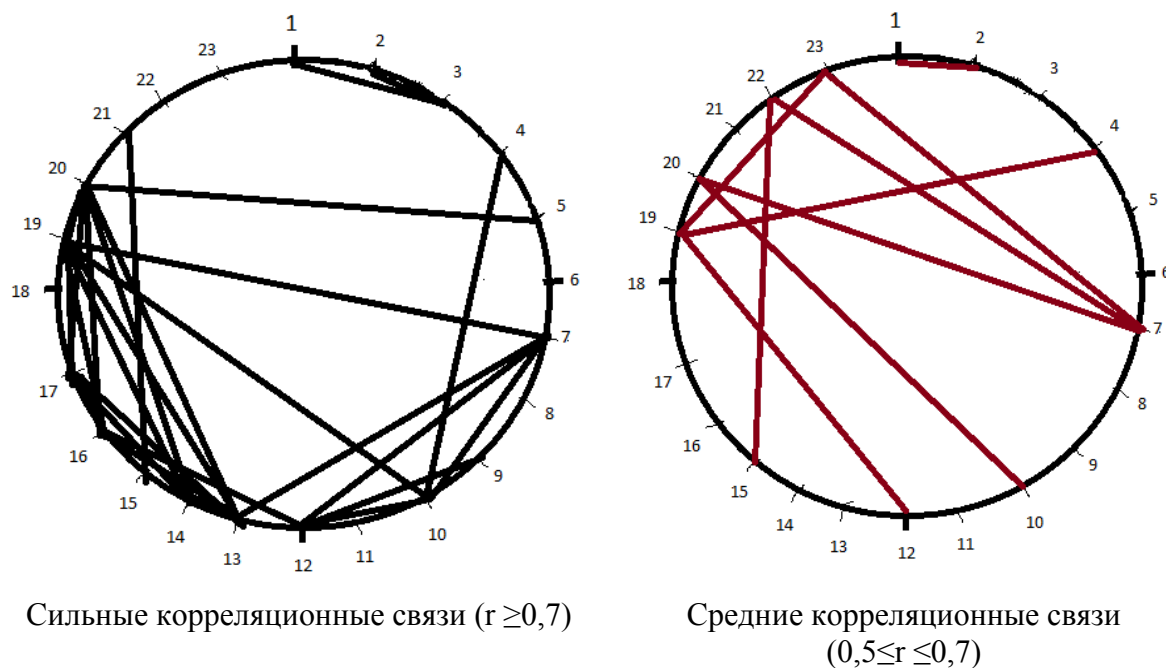


Рисунок 1 – Корреляционные связи между физиологическими признаками и урожайностью образцов суданской травы

Figure 1 – Correlations between physiological traits and yield of Sudan grass samples

Примечание: 1- набухание на растворе дистиллированной воды; 2 – набухание на растворе $C_{12}H_{22}O_{11}$; 3 - набухание на растворе KNO_3 ; 4 – длина проростка на контроле; 5 – длина корешка на контроле; 6 – величина RSR на контроле; 7 - длина проростка на растворе сахарозы 6 атм; 8 - длина корешка на растворе сахарозы 6 атм; 9 - величина RSR на растворе сахарозы 6 атм; 10 - длина проростка на растворе сахарозы 9 атм; 11 - длина корешка на растворе сахарозы 9 атм; 12 - величина RSR на растворе сахарозы 9 атм; 13 - длина проростка на растворе сахарозы 12 атм; 14 - длина корешка на растворе сахарозы 12 атм; 15 - величина RSR на растворе сахарозы 12 атм; 16 - длина проростка на растворе сахарозы 15 атм; 17 - длина корешка на растворе сахарозы 15 атм; 18 - величина RSR на растворе сахарозы 15 атм; 19 - длина проростка на растворе сахарозы 18 атм; 20 - длина корешка на растворе сахарозы 18 атм; 21 - величина RSR на растворе сахарозы 18 атм; 22 – урожайность зерна ; 23 – урожайность биомассы.

Сильные и средние корреляционные связи наблюдались у сортов и селекционных линий суданской травы (рисунок 1; таблица 1): набухание в растворе дистиллированной воды с набуханием в растворе $C_{12}H_{22}O_{11}$ ($r=0,68$) и KNO_3 ($r=0,80$); набухание в растворе $C_{12}H_{22}O_{11}$ с набуханием в растворе KNO_3 ($r=0,87$) и длиной корешка в сахарозе 18 атм. ($r=-0,63$); длина проростка на контроле с длиной проростка в опыте с сахарозой 9 атм. ($r=-0,74$) и 18 атм. ($r=-0,68$); длина корешка на контроле с длиной корешка в опыте с сахарозой 18 атм. ($r=0,72$); длина проростка в варианте с сахарозой 6 атм. с длиной проростка в растворе сахарозы 9 атм. ($r=0,80$), 12 атм. ($r=0,77$), 18 атм. ($r=0,85$), величиной RSR в растворе сахарозы 9 атм. ($r=-0,75$), длиной корешка в растворе сахарозы 15-18 атм. ($r=0,66-0,75$), урожайностью зерна ($r=-0,61$) и биомассы ($r=-0,60$); величина RSR на растворе сахарозы 6 атм. с величиной RSR в растворе сахарозы 9 атм. ($r=0,72$); длина проростка в растворе сахарозы 9 атм. с величиной RSR (сахароза 9 атм.) ($r=-0,75$), длиной проростка ($r=0,81$) и корешка ($r=0,68$) в растворе сахарозы 18 атм.; величина RSR в сахарозе 9 атм. с длиной проростка в сахарозе 15-18 атм. ($r=-0,71 - -0,69$); длина про-

ростка (сахароза 12 атм.) с длиной корешка в сахарозе 12-18 атм ($r=0,83-0,96$), длиной проростка в сахарозе 15-18 атм ($r=0,90$); длина корешка (сахароза 12 атм.) с длиной корешка в растворе сахарозы 15-18 атм. ($r=0,72-0,78$), длиной проростка в растворе сахарозы 18 атм. ($r=0,85$); величина RSR (сахароза 12 атм.) с величиной RSR в растворе сахарозы 18 атм. ($r=0,71$) и урожайностью зерна ($r=0,60$); длина проростка в растворе сахарозы 15 атм. с длиной корешка в растворе сахарозы 15 атм. ($r=0,87$), длиной проростка ($r=0,89$) и корешка ($r=0,78$) в растворе сахарозы 18 атм.; длина корешка в растворе сахарозы 15 атм. с длиной проростка в растворе сахарозы 18 атм. ($r=0,84$), длиной корешка в растворе сахарозы 18 атм. ($r=0,81$); длина проростка в растворе сахарозы 18 атм. с длиной корешка в растворе сахарозы 18 атм. ($r=0,87$) и урожайностью биомассы ($r=0,65$).

Заключение. В результате корреляционного анализа по селекционным признакам выявлены сортообразцы суданской травы (Зональская 6, Мечта Поволжья, Эмма, Л-96-Зсв/14) характеризующиеся высокой урожайностью биомассы (10,78-13,95 т/га), набухаемостью семян в гипертонических растворах (63,6-100,1%), устойчивых к стрессам (осмотики разной концентрации), которые можно использовать в качестве исходного материала при создании засухоустойчивых форм этой культуры. При анализе сопряженности урожайности и физиологических признаков, рассматриваемых на ранних стадиях развития образцов суданской травы, определена корреляционная связь между показателем RSR (соотношение между сухой массой корешков и проростков) в опыте с сахарозой 12 атм. и урожайностью семян $r=0,60$.

Список источников

1. Коровин А.И. Растения и экстремальные температуры. – Л., 1984. 272 с.
2. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1. Chilling, freezing and high temperatures stresses. New York. 1980. 426 p.
3. Amelework B., Shimelis H., Tongoona P., Laing M. Physiological mechanisms of drought tolerance in sorghum, genetic basis and breeding methods: a review // African Journal Agricultural Research. 2015. V.10 (31). P. 3029-3040.
4. Chaves M.M., Flexas J., Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell // Annals of Botany. 2009. V.103. P. 551-560.
5. Terletskaia N.V., Shcherban A.B., Nesterov M.A., Perfilev, Salina E.A., Altayeva N.A., Blavachinskaya I.V. Drought Stress Tolerance and Photosynthetic Activity of Alloplasmic Lines *T. dicoccum* $\times$ *T. aestivum* // International Journal of Molecular Sciences. 2020. V.21. P. 3356.
6. Emendack Y., Burke J., Sanchez J., Laza H.E., Hayes C. Agro-morphological characterization of diverse sorghum lines for pre- and post-flowering drought tolerance // Australian Journal of Crop Science. 2018. V. 12(01). P. 135-150.
7. Куколева С.С., Кибальник О.П., Степанченко Д.А. Оценка засухоустойчивости образцов суданской травы // Journal of Agriculture and Environment. 2021. № 4 (20). DOI: 10.23649/jae.2021.4.20.1
8. Родина Т.В., Асташов А.Н., Сафронов А.А. Оценка засухоустойчивости пайзы по набуханию семян в условиях осмотического стресса // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 3 (47). С. 108-113. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-108-113
9. Алабушев А.В., Сухенко Н.Н., Лушпина О.А., Ковтунов В.В. Корреляционные связи количественных признаков сорго зернового // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. С. 932-941. DOI: 10.21515/1990-4665-128-062
10. Кибальник О.П., Семин Д.С., Ефремова И.Г., Кибальник С.В. Корреляционные взаимосвязи хозяйственно-ценных признаков образцов сахарного сорго в засушливых условиях Нижне-

- го Поволжья // Аграрная наука. 2023. № 7. С. 92-96. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-92-96
11. Старчак В.И., Жужукин В.И., Жук Е.А., Бычкова В.В. Оценка корреляционных взаимосвязей морфофизиологических признаков зернового сорго селекции ФГБНУ РосНИИСК "Россорго" // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 38-42. DOI: 10.28983/asj.y2020i6pp38-42
 12. Юсова О.А., Николаев П.Н. Качественные показатели зеленой массы сорго-суданковых трав // Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. Барнаул, 2023. С. 324-326.
 13. Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле- и морозоустойчивости) / Сост.: Удовенко Г.В., Олейникова Т.В., Кожушко Н.Н. и др. – Л. 1970. 74 с.
 14. Определение засухоустойчивости зерновых культур по депрессии роста проростков в растворах осмотиков/ под ред. Н.Н. Кожушко, В.М. Царевская. – Л.: Рио ВИР, 1988. – 10 с.
 15. Agen G.I., Franklin O. Root-shoot ratio, optimization and nitrogen productivity // Annals of Botany. 2003. V. 92. P. 795-800.
 16. Методические указания по определению относительной засухоустойчивости образцов зернобобовых культур способом проращивания семян в растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением (горох, вика, фасоль, соя, чечевица, нут, чина, бобы, люпин) / Сост.: Н.Н. Кожушко. – Л. 1978. 12 с.
 17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.. 2011. 352 с.

References

1. Korovin A.I. Plants and extreme temperatures. – L., 1984. 272 p.
2. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1. Chilling, freezing and high temperatures stresses. – New York. 1980. 426 p.
3. Amelework B., Shimelis H., Tongoona P., Laing M. Physiological mechanisms of drought tolerance in sorghum, genetic basis and breeding methods: a review // African Journal Agricultural Research. 2015. V.10 (31). P. 3029-3040.
4. Chaves M.M., Flexas J., Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell // Annals of Botany. 2009. V.103. P. 551-560.
5. Terletskaia N.V., Shcherban A.B., Nesterov M.A., Perfilev, Salina E.A., Altayeva N.A., Blavachinskaya I.V. Drought Stress Tolerance and Photosynthetic Activity of Alloplasmic Lines *T. dicoccum* × *T. aestivum* // International Journal of Molecular Sciences. – 2020. V.21. P. 3356.
6. Emendack Y., Burke J., Sanchez J., Laza H.E., Hayes C. Agro-morphological characterization of diverse sorghum lines for pre- and post-flowering drought tolerance // Australian Journal of Crop Science. 2018. V. 12(01). P. 135-150.
7. Kukoleva S.S., Kibalnik O.P., Stepanchenko D.A. Evaluation of drought resistance of Sudan grass samples // Journal of Agriculture and Environment. 2021. No. 4 (20). DOI: 10.23649/jae.2021.4.20.1
8. Rodina T.V., Astashov A.N., Safronov A.A. Evaluation of drought resistance of *Echinochloa frumentacea* by swelling of seeds under osmotic stress // Leguminous and groat crops. 2023. No. 3 (47). P. 108-113. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-3-108-113
9. Alabushev A.V., Suhenko N.N., Lushpina O.A., Kovtunov V.V. Correlations of quantitative characteristics of grain sorghum // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2017. No. 128. P. 932-941. DOI: 10.21515/1990-4665-128-062
10. Kibalnik O.P., Semin D.S., Efremova I.G., Kibalnik S.V. Correlation relationships of economically valuable characteristics of sugar sorghum samples in arid conditions of the Lower Volga region // Agrarian Science. 2023. No.7. P. 92-96. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-92-96
11. Starchak V.I., Zhuzhukin V.I., Zhuk E.A., Bychkova V.V. Evaluation of correlational relationships of morphophysiological features of grain sorghum selection of FSBSI Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn "Rossorgo" // Agrarian Scientific Journal.

2020. No. 6. P. 38-42. DOI: 10.28983/asj.y2020i6pp38-42
12. Yusova O.A., Nikolaev P.N. Qualitative indicators of the herbage of Sorghum-Sudan grasses // Agrarian science for agriculture. Collection of materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference. In 2 books. Barnaul, 2023. P. 324-326.
 13. Methods of diagnostics of plant resistance (drought, heat, salt and frost resistance) / Comp.: Udovenko G.V., Oleinikova T.V., Kozhushko N.N. et al. – L. 1970. 74 p.
 14. Determination of drought resistance of grain crops by the growth depression of seedlings in osmotic solutions/ ed. N.N. Kozhushko, V.M. Tsarevskaya. – L.: Rio VIR, 1988. 10 p.
 15. Agen G.I., Franklin O. Root-shoot ratio, optimization and nitrogen productivity // Annals of Botany. 2003. V. 92. P. 795-800.
 16. Methodological guidelines for determining the relative drought resistance of samples of leguminous crops by germinating seeds in sucrose solutions with high osmotic pressure (peas, vetch, wild beans, soybeans, lentils, chickpeas, peavines, beans, lupine) / Comp.: N.N. Kozhushko. – L. 1978. 12 p.
 17. Dospekhov B.A. Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). – M.: 2011. 352 p.

Сведения об авторах

Светлана Сергеевна Куколева, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, тел. +79179848027, e-mail: lily74-88@mail.ru ORCID 0000-0002-0582-9024

Оксана Павловна Кибальник, кандидат биологических наук, главный научный сотрудник, тел. +79271191840, e-mail: kibalnik79@yandex.ru ORCID: 0000-0002-1808-8974

Виктория Игоревна Степанченко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, тел. +79085539717, e-mail: viktorija_starchak@rambler.ru ORCID: 0000-0001-7312-4547

Елена Сергеевна Немкина, младший научный сотрудник, тел. +79379789878, e-mail: elennem2017@mail.ru ORCID: 0009-0001-6067-3755

Information about the authors

S.S. Kukoleva, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, tel. +79179848027, e-mail: lily74-88@mail.ru ORCID 0000-0002-0582-9024

O.P. Kibalnik, Candidate of Biological Sciences, Chief Researcher, tel. +79271191840, e-mail: kibalnik79@yandex.ru ORCID 0000-0002-1808-8974

V.I. Stepanchenko, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, tel. +79085539717, e-mail: viktorija_starchak@rambler.ru ORCID 0000-0001-7312-4547

E.S. Nemkina, Junior Researcher, tel. +79379789878, e-mail: elennem2017@mail.ru ORCID 0009-0001-6067-3755

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 09.01.2024; одобрена после рецензирования 15.01.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 09.01.2024; approved after reviewing 15.01.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. №1 (17). С.51-58
Agricultural journal. 2024; № 17 (1). P.51-58

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК 633.16 «324»:631.526.32
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.1.17.2024

НОВЫЙ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЙ СОРТ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ ДАНИЯР

**Нина Ивановна Соколенко, Алеся Александровна Сухарева,
Вадим Валерьевич Плетнёв**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, г. Михайловск,
e-mail: info@fnac.center

Аннотация. Посевы озимого ячменя в Ставропольском крае в настоящее время занимают более 200 тысяч га, по зонам края распределены неравномерно и отличаются урожайностью. В формировании урожая ячменя играют роль разные факторы, в том числе и правильно подобранные сорта. Для стабилизации производства зерна предлагаемого сортимента ячменя в крае недостаточно, поэтому создание новых сортов, хорошо адаптированных к условиям возделывания, актуально. Цель настоящих исследований – определение перспективности нового сорта озимого ячменя Данияр, созданного в ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», по признакам, обеспечивающих его высокую урожайность. Изучение сорта проводили в питомниках конкурсного сортоиспытания в 2021–2023 гг. по Методике государственного сортоиспытания. Опыты закладывались по чистому пару на чернозёме обыкновенном в 4-кратной повторности, расположение делянок систематическое, учётная площадь делянки – 10 м². Температурный режим и количество осадков в годы исследований было выше нормы. Неравномерность осадков приводила к засухе в осенние и весенние периоды. Сорт Данияр создан многократным индивидуальным отбором из гибридной популяции, полученной гибридизацией сортообразца Лорелей из Германии с сортом Ерёма селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Сорт проходит государственное сортоиспытание. Данияр является высокоурожайным сортом, о чем свидетельствуют данные конкурсного сортоиспытания. Наибольшая урожайность в опыте 12,69 т/га сформирована сортом в 2022 году. В среднем за 3 года урожайность нового сорта составила 10,06 т/га, стандарта Хуторок – 8,64 т/га, разница со стандартом – 14,1 %. Превышение по урожайности обеспечивает комплекс признаков характерных для сорта: более высокие показатели озёрнённости колоса, продуктивной кустистости, устойчивости к полеганию, засухоустойчивости и устойчивости к болезням. Содержание белка в зерне в разные годы составило 12,0...13,3 %, у стандарта – 11,9...12,8 %. Сорт рекомендуется использовать на фураж.

Ключевые слова: *Hordeum vulgare* L., озимый ячмень, сорт, урожайность, зерно, отбор, признак.

Для цитирования: Соколенко Н.И., Сухарева А.А., Плетнёв В.В. Новый высокопродуктивный сорт озимого ячменя Данияр // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С.51-58. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/006.1.17.2024

Agronomy, forestry and water industry

Original article

NEW HIGH-YIELDING WINTER BARLEY VARIETY DANIIAR

Nina I. Sokolenko, Alesia A. Suhareva, Vadim V. Pletnev

FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: info@fnac.center

Abstract. Winter barley crops in the Stavropol Territory currently occupy more than 200 thousand hectares; they are unevenly distributed among the zones of the region and differ in yield. Various factors play a role in the formation of barley yield, including correctly selected varieties. In order to stabilize grain production, the proposed assortment of barley in the region is not enough, so the development of new varieties, which are well adapted to cultivation conditions, is important. The purpose of this research was to determine the prospects of the new winter barley variety Daniyar, which was developed at the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”, based on traits that ensure its high yield. The variety was studied in competitive variety trial nurseries in 2021–2023 according to the Methodology of state variety testing. The experiments were carried out using complete fallow on ordinary chernozem in 4-fold repetition, the location of the plots was systematic, the accounting area of the plot was 10 m². Temperature conditions and precipitation during the years of the research were above normal. Uneven precipitation led to drought in autumn and spring periods. The variety Daniyar was developed by repeated individual selective breeding from a hybrid population, which was obtained by hybridization of the variety Lorelei from Germany with the variety Erema of the FSBSI “Agrarian Scientific Center “Donskoi” selective breeding. The variety is in the process of state variety testing. The variety Daniyar is a high-yielding variety, as evidenced by the data of competitive variety testing. The highest yield in the experiment (12,69 t/ha) was achieved by the variety in 2022. On average over 3 years, the yield of the new variety was 10,06 t/ha, the yield of the standard Hutorok was 8,64 t/ha, the difference with the standard was 14,1%. Exceeding the yield provides a complex of characteristics of the variety: higher levels of ear grain content, productive tilling capacity, lodging resistance, drought resistance and disease resistance. The protein content in grain in different years was 12,0...13,3%, for the standard – 11,9...12,8%. The variety is recommended to use for fodder.

Key words: *Hordeum vulgare* L., winter barley, variety, yield, grain, selection, trait.

For citation: Sokolenko N.I., Suhareva A.A., Pletnev V.V. New high-yielding winter barley variety Daniyar // Agricultural journal. 2024. № 17 (1). P. 51-58. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.1.17.2024

Введение. Озимый ячмень, возделываемый в основном в южных регионах России, вносит существенный вклад в сбор зерна в стране. Высокий потенциал продуктивности ячменя обеспечивается биологическими особенностями культуры, способностью

максимально использовать почвенную влагу, накопленную в зимний и весенний периоды [1, 2, 3], позволяющими возделывать озимый ячмень в условиях Ставропольского края, где одним из основных лимитирующих факторов для выращивания зерновых колосовых является недостаточная влагообеспеченность [4, 5, 6]. К тому же, в отличие от озимой пшеницы, озимый ячмень имеет вегетационный период в наших условиях на 7–14 дней короче, поэтому формирование и созревание зерна происходит до наступления июльской жары, суховеев или обильных осадков ливневого характера, зачастую сопровождающихся градом и негативно сказывающихся на урожайности и качестве зерна.

На Ставрополье озимый ячмень высевается в тех же зонах края, что и озимая пшеница. Начиная с 2019 г., в целом по стране, в том числе и в крае, отмечается некоторое увеличение площади возделывания ячменя. В 2019 г. впервые за 20 предшествующих лет площади под озимым ячменём превысили 200 тысяч гектаров [7], и эта тенденция сохраняется. В частности, в 2020–2022 гг. площади озимого ячменя в крае соответственно составили 212,3; 230,7 и 204,7 тыс. га, а урожайность в эти же годы – соответственно 2,71; 3,82 и 4,62 т/га.

Посевы озимого ячменя по зонам края распределены неравномерно и отличаются разной урожайностью. В формировании урожая ячменя играют роль почвенно-климатические условия, правильно подобранные технологии и сорта для возделывания [8, 9]. В настоящее время на полях края возделываются сорта разных оригинаторов, в основном это краснодарские, ростовские и ставропольские сорта. Широкую известность и распространение в производстве получили сорта озимого ячменя селекции нашего центра, такие как безостый сорт Эспада, с потенциалом урожайности 9,0 т/га [10] и высокоурожайные Шторм [11] и Валерий [12], с потенциалом урожайности до 12,0 т/га. Сорт Эспада включён в Государственный Реестр РФ с 2011 г., сорта Шторм и Валерий – с 2020 г. С 2022 г. сорт Шторм включён также и в Государственные Реестры Турции и Азербайджана.

В связи с разнообразием почвенно-климатических условий в крае предлагаемого сорта ячменя для стабилизации производства зерна недостаточно, поэтому расширение сорта ячменя путем создания новых сортов, хорошо адаптированных к условиям возделывания, актуально.

Цель настоящих исследований – определение перспективности нового сорта озимого ячменя Данияр по признакам, обеспечивающим его высокую урожайность, поэтому в процессе исследований необходимо было показать урожайность нового сорта в разные по условиям годы и изучить его основные апробационные и хозяйственно-биологические свойства.

Материал и методы исследований. В работе представлен новый сорт озимого ячменя Данияр, оригинатором которого является ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». В 2023 г. сорт передан на государственное сортоиспытание. Изучение сорта по основным биологическим и хозяйственным признакам проводили на опытном поле лаборатории отдаленной гибридизации в конкурсном сортоиспытании в 2021–2023 гг. по Методике государственного сортоиспытания [13]. Математическая обработка результатов исследования выполнялась по Доспехову Б.А. [14]. Опыты закладывались по чистому пару на чернозёме обыкновенном в 4-кратной повторности, расположение делянок систематическое, учётная площадь делянки – 10 м². Стандартом послужил сорт озимого ячменя Хуторок краснодарской селекции. Посев осуществляли сеялкой «Клен» в первой декаде октября, в лучшие для ячменя сроки, и с оптимальной нормой высева 4 млн всхожих зерен на гектар. Сорт оценивался по признакам в определенные периоды

развития растений по 5-балльной шкале, наилучший показатель – 5 баллов. Поражение болезнями оценивалось по шкалам из Рекомендаций ФГНУ «Росинформагротех» [15]. Учет урожая с делянок выполняли в полную спелость зерна селекционным комбайном Wintersteiger. Структура урожая оценивалась по снопам, отобранным на делянках в восковую спелость зерна. Показатели массы 1 000 зёрен, природы зерна, содержание белка в зерне определяли соответственно по ГОСТам 10842-89; 10840-64 и Р 53900-2010.

Условия для возделывания озимого ячменя в годы исследований отличались от среднееголетних значений по температурному режиму и влагообеспеченности. Все три года оказались теплее нормы, среднемесячная температура в 2020/2021 с/х году составила 11,1 °С, в 2021/2022 с/х году – 10,20 °С и в 2022/2023 с/х году – 10,91 °С против 9,23 °С, по многолетним данным. Сумма осадков в эти годы была выше среднееголетних показателей соответственно по годам на 18,1 мм, 134,2 мм и 106,6 мм, однако их выпадение было неравномерным в течение года, что приводило к недобору осадков и засухе осенью, в период посева, и получения всходов во все годы исследований. Недобор осадков отмечен в марте – апреле 2022 г. и в апреле 2023 г.

Результаты исследований и их обсуждение. Сорт Данияр создан многократным индивидуальным отбором из гибридной популяции, полученной гибридизацией в 2015 году ячменя Лорелей из Германии с сортом Ерёма селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Подбор этих форм для скрещивания проведён в коллекционном питомнике озимого ячменя. По результатам изучения оба сорта показали наибольшую урожайность в опыте, комплексную устойчивость к грибным болезням. По продолжительности вегетационного периода Лорелей является среднеспелым сортом, как и стандарт Хуторок, Ерёма – позднеспелым. Оба сорта имеют одинаковую со стандартом высоту растений, отличаются от стандарта высокой устойчивостью к полеганию. Гибридный материал, полученный в результате скрещиваний, изучался по схеме селекционного процесса для самоопылителей: сначала в гибридных питомниках (F_1 – F_3), затем в селекционном и контрольном питомниках и в конкурсном сортоиспытании. Элитное растение выделили в F_3 . Таким образом, от скрещивания до передачи сорта Данияр (селекционный номер 23600) на государственное сортоиспытание потребовалось девять лет.

Апробационные признаки. Сорт Данияр относится к разновидности pallidum, имеет многорядный остистый цилиндрической формы колос, средней плотности и длины. Ости длинные и зазубренные, белой окраски. Цветочная чешуя переходит в ость постепенно, нервация цветочных чешуй хорошо выраженная. Отличается узкой колосковой чешуёй в средней трети колоса и слабой её нервацией. Зерно средних размеров, основание зерна голое, форма удлинённая, окраска жёлтая. Щетинка у основания зерна длинная. В фазу кущения тип куста у растений промежуточный, окраска зелёная. Высота растений в полную спелость в разные годы составляет 96–106 см.

Хозяйственные и биологические свойства сорта. Сорт Данияр – среднеспелый сорт, продолжительность вегетационного периода составляет 253–257 дней, как и у стандарта Хуторок (таблица 1).

Сорт, в отличие от стандарта, устойчив к полеганию. Устойчивость сорта к ломкости колоса, осыпаемости и прорастанию зерна на корню высокая, что отмечено даже в сложнейших условиях уборки в 2023 г., вызванных обилием осадков. Данияр характеризуется высокой зимостойкостью и превосходит стандарт по засухоустойчивости. Новый сорт показал высокую устойчивость к наиболее распространенным грибным болезням: мучнистой росе, бурой ржавчине, пыльной головне, гельминтоспориозу обык-

новенному. Степень поражения по болезням соответственно составила 0–5 %, 0 %, 0 % и 5 %, у стандарта в этих же условиях – 5–15 %, 0 %, 0 % и 10–15 %.

Таблица 1

Хозяйственно-биологические особенности сорта Данияр, 2021–2023 гг.

Table 1

Economic and biological characteristics of the Daniar variety, 2021–2023.

Признак	Данияр				Хуторок			
	Годы			среднее	Годы			среднее
	2021	2022	2023		2021	2022	2023	
Вегетационный период, дней	253	255	257	255	253	255	257	255
Высота растения, см	96	98	106	100	82	105	110	99
Устойчивость к полеганию, балл	5	5	5	5	4	4	4	4
Кустистость продуктивная, шт.	1,8	1,8	2,1	1,9	1,6	1,8	2,0	1,8
Натура зерна, г	670	635	681	662	678	627	670	658
Масса 1 000 зёрен, г	43,8	44,0	44,7	44,2	44,9	43,5	44,0	44,1
Зёрен в колосе, шт.	46	49	55	50	39	50	46	45
Белок в зерне, %	12,0	13,3	13,1	12,8	12,0	11,9	12,8	12,2
Зимостойкость, балл	5	5	5	5	5	5	5	5
Осыпаемость, балл	5	5	5	5	5	5	5	5
Ломкость колоса, балл	5	5	5	5	5	5	5	5
Устойчивость к прорастаню на корню, балл	5	5	5	5	5	5	5	5
Устойчивость к засухе, балл	5	5	5	5	4	4	4	4
Поражение болезнями на естественном фоне:								
мучнистая роса, %	0	0	5	0–5	15	5	10	5–15
бурая ржавчина, %	0	0	0	0	0	0	0	0
гельминтоспориоз, %	5	5	5	5	15	10	15	10–15
пыльная головня, %	0	0	0	0	0	0	0	0

Сорт Данияр обладает высоким потенциалом урожайности (таблица 2). В конкурсном сортоиспытании урожайность в среднем за три года составила 10,06 т/га, у стандарта Хуторок – 8,64 т/га, превышение над стандартом – 1,42 т/га, или на 14,1 %. Наибольшую урожайность новый сорт сформировал в 2022 г. – 12,69 т/га, превысив стандарт на 1,94 т/га, или на 15,3 %.

Таблица 2

Урожайность нового сорта озимого ячменя Данияр, 2021–2023 гг.

Table 2

Productivity of the new winter barley variety Daniar, 2021–2023.

Сорт	Комбинация	Урожайность, т/га			
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее
Данияр (23600)	Лорелей × Ерема	8,18	12,69	9,31	10,06
Хуторок, st		7,02	10,75	8,14	8,64
НСР ₀₅		0,29	0,38	0,35	

Содержание белка в зерне в разные годы насчитывало 12,0...13,3 %, у стандарта в этих же условиях – 11,9...12,8 %. Сорт предназначается на фуражные цели.

Значительная прибавка в урожайности к стандарту у сорта Данияр получена за счет комплекса признаков, отмеченных в процессе исследований. Изучение нового сорта показало, что Данияр превосходит стандарт по озернённости колоса, продуктивной кустистости, устойчивости к полеганию, болезням и засухоустойчивости.

Заключение. Новый сорт озимого ячменя Данияр является среднеспелым, короткостебельным сортом, с высотой растений 96–106 см, разновидность pallidum, обеспечивая урожайность зерна более 12 т/га. Сорт обладает комплексом ценных признаков, способствующих формированию высокого урожая в разные по погодным условиям годы. Содержание белка в зерне достигает 13,3 %, что определяет его высокую питательную ценность при использовании на фураж.

Список источников

1. Филиппов Е.Г., Донцова А.А.. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга». 2014. 208 с.
2. Гудзенко В.Н. Статистическая и графическая (GGE biplot) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 1. С. 110–118. DOI: 10.18699/VJ19.469.
3. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 617–626.
4. Хрипунов А.И., Обция Е.Н. Продуктивность зерновых севооборотов в ландшафтных условиях Центрального Предкавказья. // Аграрная наука. № 7-8. 2021. С. 89–92. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-52-60.
5. Оганян Л.Р., Ерошенко Ф.В. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сроков сева в условиях Ставропольского края // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 5. С. 55–60. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-5-55.
6. Антонов С.А., Каторгин И.Ю. Картографирование характеристик изменения климата в Ставропольском крае // «ИНТЕРКАРТО. ИНТЕРГИС». 2021. Т. 27. № 3. С. 171–182. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-3-27-171-182.
7. Сельское хозяйство в Ставропольском крае. Статистический сборник / Управление Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу, 2019. 112 с.
8. Грабовец А.И., Бирюков К.Н. Роль сорта в стабилизации производства зерна в широком диапазоне агроклиматических факторов // Земледелие. 2021. № 5. С. 40–44. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-0-1-48.
9. Гончаров Н.П., Косолапов В.М.. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039.
10. Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»: каталог / В.В. Кулинцев, Е.А. Батагова, В.В. Чумакова, А.Б. Володин и др. 13-е изд., доп. Ставрополь: ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 2023. 209 с.
11. Соколенко Н.И., Комаров Н.М. Новый сорт озимого ячменя Шторм // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 2 (22). С. 143–149. DOI 10.33952/2542-0720-2020-2-22-143-149.

12. Соколенко Н.И., Комаров Н.М. Новый сорт озимого ячменя Валерий // Известия Горского ГАУ. 2020. № 2 (57). С. 39–42.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск I. Общая часть. М., 2019. 329 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Пятое издание, переработанное и дополненное. М.: Альянс, 2014. 351 с.
15. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур. (Болезни растений): Рекомендации / под общ. ред. С.С. Санина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. 140 с.

References

1. Filippov E.G., Dontsova A.A. Selective breeding of winter barley. Rostov-on-Don: ZAO “Kniga”, 2014. 208 p.
2. Gudzenko V.N. Statistical and graphical (GAE biplot) assessment of adaptive ability and stability of breeding lines of winter barley // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. Vol. 23. No. 1. P. 110–118. DOI: 10.18699/VJ19.469.
3. Rybas I.A. Increasing adaptability in grain crops breeding // Agricultural Biology. 2016. Vol. 51. No. 5. P. 617–626.
4. Khripunov A.I., Obshchiia E.N. Productivity of crop rotations in the landscape conditions of the Central Ciscaucasia // Agrarian science. No. 7–8. 2021. P. 89–92. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-52-60.
5. Oganian L.R., Eroshenko F.V. Productivity of winter wheat depending on the timing of sowing in the conditions of the Stavropol Territory // Achievements of Science and Technology of AIC. 2022. T. 36. No. 5. P. 55–60. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-5-55.
6. Antonov S.A., Katorgin I.Yu. Mapping the characteristics of climate change in the Stavropol Territory // “INTERCARTO. INTERGIS”. 2021. Vol. 27. No. 3. P. 171–182. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-3-27-171-182.
7. Agriculture in the Stavropol Territory. Statistical compendium / Department of the Federal State Statistics Service for the North Caucasus Federal District, 2019. 112 p.
8. Grabovets A.I., Biriukov K.N. Role of the variety in stabilizing grain production in a wide range of agroclimatic factors // Zemledelie. 2021. No. 5. P. 40–44. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-0-1-48.
9. Goncharov N.P., Kosolapov V.M. Plant breeding is the basis of food security in Russia // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. Vol. 25. No. 4. P. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039.
10. Varieties and hybrids of agricultural crops of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center” selective breeding: catalogue / V.V. Kulintsev, E.A. Batagova, V.V. Chumakova, A.B. Volodin et al. 13th edition, updated, Stavropol: North Caucasus FARC, 2023. 209 p.
11. Sokolenko N.I., Komarov N.M. New variety of winter barley Storm // Taurida herald of the agrarian sciences. 2020. No 2 (22). P. 143–149. DOI 10.33952/2542-0720-2020-2-22-143-149.
12. Sokolenko N.I., Komarov N.M. New variety of winter barley Valerii // Proceedings of Gorsky state agrarian university. 2020. No. 2 (57). P. 39–42.
13. Methods of state variety testing of agricultural crops. Issue I. General part. Moscow: FSBI “Gossortkomissiya”, 2019. 329 p.
14. Dospikhov B.A. Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th edition, revised edition. Moscow: Alliance, 2014. 351 p.
15. Phytosanitary examination of grain crops. (Plant diseases): Recommendations // Under the general editorship of Sanin S.S. Moscow: FBSI “Rosinformagrotekh”, 2002. 140 p.

Сведения об авторах

Нина Ивановна Соколенко, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», тел.: 8-906-492-74-68, e-mail: sokolenko-sniish@mail.ru, ORCID: 0009-0001-6741-3403

Алеся Александровна Сухарева, научный сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», тел.: 8-961-442-55-07, e-mail: alesyasyhareva@gmail.com, ORCID: 0009-0005-9056-1446

Вадим Валерьевич Плетнёв, младший научный сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», тел.: 8-928-372-03-76, e-mail: vadim-777-26-7.05.90@mail.ru, ORCID: 0009-0005-1750-5720

Information about the authors

N.I. Sokolenko – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the FSBSI “North Caucasus Federal Agrarian Research Centre”, tel.: 8-906-492-74-68, e-mail: sokolenko-sniish@mail.ru, ORCID: 0009-0001-6741-3403

A.A. Suhareva – Researcher of the FSBSI “North Caucasus Federal Agrarian Research Centre”, tel.: 8-961-442-55-07, e-mail: alesyasyhareva@gmail.com, ORCID: 0009-0005-9056-1446

V.V. Pletnev – Junior Researcher of the FSBSI “North Caucasus Federal Agrarian Research Centre”, tel.: 8-928-372-03-76, e-mail: vadim-777-26-7.05.90@mail.ru, ORCID: 0009-0005-1750-5720

V.V. Pletnev – Junior Researcher of the FSBSI “North Caucasus Federal Agrarian Research Centre”, tel.: 8-928-372-03-76, e-mail: vadim-777-26-7.05.90@mail.ru, ORCID: 0009-0005-1750-5720

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 30.01.2024; одобрена после рецензирования 10.02.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 30.01.2024; approved after reviewing 10.02.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. №1 (17). С.59-69
Agricultural journal. 2024; № 17 (1). P.59-69

Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная статья
УДК 634.8:581.177
DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/007.1.17.2024

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОЗДОРОВЛЕННОГО IN VITRO ВИНОГРАДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЕНЗИХОЛА И ЭТИХОЛА

**Нионила Николаевна Цаценко, Любовь Гавриловна Браткова,
Константин Анатольевич Макаров, Марина Николаевна Машенко**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, Михайловск.
E-mail: info@fnac.center

Аннотация. Благоприятные для выращивания винограда природно-климатические условия южных регионов Российской Федерации, растущий мировой спрос на качественную винодельческую продукцию превращают виноградарство и виноделие в перспективный сегмент российского агропромышленного комплекса. Однако отечественного сырья для обеспечения потребностей виноделов в настоящее время недостаточно, так как, по расчетам экспертов, для этого необходимо, чтобы площадь виноградников составляла не менее 200 тыс. га, тогда как сегодня в Российской Федерации по самым оптимистичным подсчетам она достигает около 95 тыс. га. Серьезной проблемой, сдерживающей развитие виноградарства, является недостаток отечественного посадочного материала для закладки новых виноградников, поэтому разработка методов получения высококачественных саженцев данной культуры имеет первостепенное значение. Исследования проводили в 2021 году в отделе биотехнологии ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Цель исследований – изучить особенности развития оздоровленных in vitro черенков винограда на твердой питательной среде для укоренения Н-1 под действием препаратов стресспротекторов Бензихол и Этихол. В качестве объекта исследований использовали среднепоздний сорт для производства красных вин Рубин Голодриги. Результаты исследований по влиянию очень низких концентраций синтетических препаратов Бензихол и Этихол, обладающих ауксиновой и ретордантной активностью, свидетельствуют о положительном стимулирующем действии фиторегуляторов – стресспротекторов на морфогенез пробирочных растений. Наибольший эффект получен при введении в питательную среду Бензихола в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ М, а также Этихола в концентрациях, не превышающих $1 \cdot 10^{-9}$ М и $1 \cdot 10^{-11}$ М. Выявлено положительное влияние Бензихола и Этихола на все морфогенетические показатели в течение 30 дней, что дает возможность использовать данные препараты с целью получения высококачественных саженцев винограда для передачи их в производственные питомники края.

Ключевые слова: виноград, in vitro, пробирочные растения, Бензихол, Этихол, микрочеренки, междоузлия.

Для цитирования: Цаценко Н.Н., Браткова Л.Г., Макаров К.А., Машченко М.Н. Особенности развития оздоровленного *in vitro* винограда при использовании Бензихола и Этихола // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 59-69.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.1.17.2024

Agronomy, forestry and water industry

Original article

CHARACTERISTICS OF THE IMPROVED *IN VITRO* GRAPE DEVELOPMENT WITH THE USE OF BENZIHOL AND ETIHOL

Nionila N. Tsatsenko, Liubov G. Bratkova, Konstantin A. Makarov, Marina N. Mashchenko

FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, E-mail: info@fnac.center

Abstract. Favorable natural and climatic conditions for growing grapes in the southern regions of the Russian Federation, the growing global demand for high-quality wine products, turn viticulture and winemaking into a promising segment of Russian agro-industrial complex. However, domestic raw materials are currently insufficient to meet the needs of winemakers, since, according to experts, it is necessary to have at least 200 thousand hectares of vineyards, whereas today, according to the most optimistic estimates, it is about 95 thousand hectares in the Russian Federation. A serious problem, which is holding back the development of viticulture, is the lack of domestic planting material for new vineyard establishment. Therefore, the development of methods for obtaining high-quality seedlings of this crop is of paramount importance. The research was carried out in 2021 in the Department of Biotechnology of the FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”. The purpose of the research was to study the features of the development of improved *in vitro* grape cuttings on a solid nutrient medium for rooting H-1 under the action of the stress protection preparations Benzihol and Etihol. The object of the research was a middle-late variety Rubin Golodrigi, which was used for the production of red wines. The results of studies on the effect of very low concentrations of synthetic preparations Benzihol and Etihol, which have auxin and retardant activity, indicate a positive stimulating effect of phyto regulators – stress protectors on the morphogenesis of test tube plants. The greatest effect was obtained when Benzihol was introduced into the nutrient medium at a concentration of $1 \cdot 10^{-7}$ M, as well as Etihol at concentrations, which did not exceed $1 \cdot 10^{-9}$ M and $1 \cdot 10^{-11}$ M. A positive effect of Benzihol and Etihol on all morphogenetic parameters within 30 days was revealed, which made it possible to use these preparations to obtain high-quality grape seedlings for transferring them to nurseries of the region.

Key words: grape, *in vitro*, test tube plants, Benzihol, Etihol, micro cuttings, internodes.

For citation: Tsatsenko N.N., Bratkova L.G., Makarov K.A., Mashchenko M.N. Characteristics of the improved *in vitro* grape development with the use of Benzihol and Etihol // Agricultural journal. 2024. № 17 (1). P. 59-69.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.1.17.2024

Введение. Виноград является одной из наиболее ценных сельскохозяйственных культур в мире. В последние годы в России возрос интерес к виноделию. Ставропольский край по площади лозы и валовому сбору винограда занимает одно из лидирующих мест в агрокомплексе страны. В сельскохозяйственных организациях края выращивается более 90 наименований столовых, технических и универсальных сортов винограда различной селекции.

Основная задача отрасли – активное внедрение в сельскохозяйственное производство качественного посадочного материала винограда. Использование современных высокоэффективных методов биотехнологии позволит получать оздоровленные саженцы винограда и заниматься формированием, не зависимо от импортной продукции, отечественного посадочного материала винограда, являющегося основным источником витаминов, аминокислот и других необходимых компонентов [1, 2, 3].

На базе Северо-Кавказского ФНАЦ, в отделе биотехнологии, с 2011 года ведется работа по оздоровлению винограда различных сортов методом верхушечной меристемы *in vitro* [4, 5, 6]. Это один из эффективных методов получения оздоровленного посадочного материала винограда, так как позволяет в короткие сроки получить большое количество однородного высококачественного посадочного материала, свободного от вирусов [7, 8].

Если с болезнями и вредителями винограда можно бороться с помощью препаратов химического происхождения, то растения, пораженные вирусом, подлежат уничтожению, поэтому и применяют метод оздоровления растений через верхушечную меристему [9, 10, 11, 12]. При дальнейшем размножении оздоровленного винограда, можно влиять на изменение физиологических процессов и формирование высоких урожаев с помощью различных стимуляторов роста [13, 14].

Цель исследований – оценить особенности влияния различных концентраций Бензихола и Этихола на развитие оздоровленных микрочеренков винограда сорта Рубин Голодриги при клональном размножении в условиях *in vitro*.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2017–2019 годах в отделе биотехнологии ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в соответствии с методическими рекомендациями по микроклональному размножению винограда *in vitro* (Методические рекомендации по клональному микроразмножению винограда / П.Я. Голодрига, В.А. Зленко, Л.А. Чекмарев [и др.]; Институт винограда и вина «Магарач». – Ялта: Печатная группа ВНИИ ВиПП «Магарач», 1986. – 56 с.).

Достоверность полученных данных оценивалась с помощью дисперсионного метода математической статистики и программы AgCStat.

В качестве объекта исследований выбран виноград Рубин Голодриги – винный сорт винограда, среднепозднего срока созревания. Ягоды предназначены для производства высококачественных столовых, крепких и десертных красных вин. Урожайность 140–150 ц/га при сахаристости 21–24 % и кислотности 9–11 г/л. Сорт имеет полевою устойчивость к милдью, филлоксеру, серой гнили и оидиуму, выдерживает понижение температуры до -26 °С. Рубин Голодриги (Рубиновый Магарача х Магарач 6-68-27) – один из почти 40 сортов винограда, созданный советским селекционером П.Я. Голодригой. В Госреестр селекционных достижений РФ включен с 2008 года. Оригинатор – Украинское ООО НВФ «Ампелос». В условиях Ставропольского края выращивается в Благодарненском и Левокумском районах.

Препараты Бензихол и Этихол разработаны в Институте физиологически актив-

ных веществ РАН и ООО «Инновационный центр ТАХИАТ» под руководством заслуженного деятеля науки РФ, профессора Р.Г. Гафурова. Данные препараты в малых дозах стимулируют важнейшие физиологические и биохимические процессы в растениях, нуждающихся в быстром размножении, имеют различные взаимодополняющие виды активности.

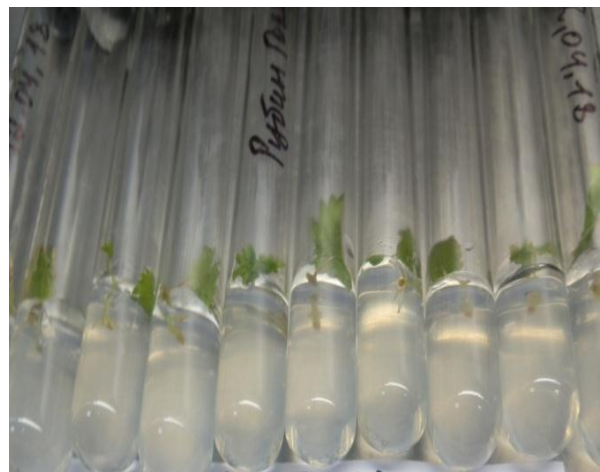
Оздоровленные *in vitro* черенки Рубина Голодриги размером в одно междоузлие размещали на агаризованной по Мурасиге и Скуга питательной среде Н-1- для укоренения с добавлением Бензихола и Этихола в концентрациях, равных $1 \cdot 10^{-7} \text{M}$; $1 \cdot 10^{-9} \text{M}$; $1 \cdot 10^{-11} \text{M}$. В качестве контроля использовали вариант без добавления препаратов. Выбор концентраций обусловлен тем, что в ранних исследованиях высокие концентрации препаратов ($1 \cdot 10^{-3} \text{M}$ и $1 \cdot 10^{-5} \text{M}$) оказывали отрицательное действие на рост и развитие черенков (вплоть до летального исхода), поэтому в дальнейших исследованиях использовали более низкие концентрации. Разведение маточных препаратов проводили по предложенной авторами методике – раствор с концентрацией 0,0007 % содержит 0,007г д.в. на 1 литр воды, что соответствует молярной концентрации $0,007 : 306 = 1,63 \times 10^{-7} \text{моль/л}$. И так для всех вариантов [15].

Посадку черенков осуществляли в стерильном ламинарном боксе, высаживали по методике 100 пробирок в 3-кратной повторности. Далее черенки дорастивали в пробирках в культуральной комнате при освещенности 2,5–3,0 тысячи люкс, 16 часов дневной при температуре 23–24 °С и 8 часов ночной фотопериоды. Изучали рост и развитие растений в динамике на 10, 20 и 30-е сутки (рисунки 2-3). Наблюдали за пробирочными растениями, в том числе подсчитывали число корешков, измеряли длину корней, стеблей и междоузлий на каждом растении (рисунок 1).

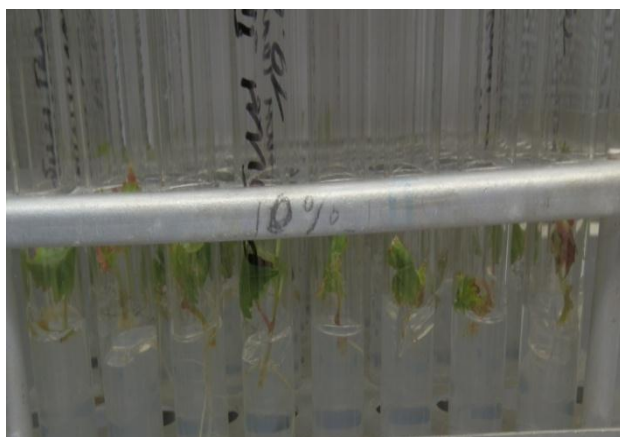
Результаты исследований и их обсуждение. Выращенные в условиях *in vitro* оздоровленные пробирочные растения винограда сорта Рубин Голодриги оценивали по влиянию Бензихола и Этихола на скорость и мощность формирования первичной корневой системы растений. Наблюдения проводились в динамике на 10, 20 и 30-е сутки после посадки их на питательную среду в пробирки (таблица 1).



а) черенки винограда перед посадкой



б) растения винограда через 10 дней



в) растения винограда через 20 дней



г) растения винограда через 30 дней

Рисунок 1. Пробирочные растения винограда
Figure 1. Test tube grape plants

Таблица 1

Влияние препаратов и их различных концентраций
на рост корней через 10 дней после посадки

Table 1

Influence of preparations and their different concentrations
on root growth in 10 days after planting

Препарат (фактор А)	Концентрация препарата, моль/л (фактор В)	Число корней, шт.			Длина корней, см		
		абсолютное значение	разность по факторам		абсолютное значение	разность по факторам	
			А	В		А	В
Бензихол	0	2,3	—	—	0,22	—	—
	10 (-7)	2,8	—	0,5	0,40	—	0,18
	10 (-9)	1,6	—	-0,7	0,18	—	-0,04
	10 (-11)	2,3	—	0,0	0,24	—	0,02
Этихол	0	2,3	0,0	—	0,22	0,0	—
	10 (-7)	2,6	-0,2	0,3	0,18	-0,22	-0,04
	10 (-9)	2,8	1,2	0,5	0,30	0,12	0,08
	10 (-11)	3,2	0,9	0,9	0,88	0,64	0,66
НСР ₀₅		0,8	0,4	$F_{\text{факт.}} < F_{\text{табл.}}$	0,16	0,08	0,11

Подсчет количества корней через 10 дней после посадки микрочеренков на питательную среду позволил выявить существенное преимущество вариантов, выращенных на питательной среде с добавлением препарата Этихол в концентрации $1 \cdot 10^{-9}$ и $1 \cdot 10^{-11}$ М, где число корней превышало контроль на 0,5–0,9 шт. Однако математически

доказать достоверность влияния концентрации препарата не удалось, так как показатель $F_{\text{факт.}}$ был ниже $F_{\text{табл.}}$. В то же время в случае с длиной корней преимущество данных вариантов математически доказано. Наблюдения за развитием оздоровленных микрочеренков на питательной среде с добавлением Бензихола показало, что только в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ М данный препарат оказал существенное влияние на длину корневой системы.

Дальнейшее наблюдение за динамикой роста корней показало, что на 20-е сутки после посадки на питательной среде с более высокой концентрацией Бензихола ($1 \cdot 10^{-7}$ М) длина корней превышала контроль на 1,19 см, тогда как раствор с концентрацией $1 \cdot 10^{-9}$ М действовал на развитие корней угнетающе (таблица 2). Под влиянием препарата Этихол в концентрации $1 \cdot 10^{-9}$ и $1 \cdot 10^{-11}$ М данный показатель увеличился, в сравнении с контролем, на 0,96 и 1,93 см соответственно.

Таблица 2

Влияние препаратов на рост и развитие черенков винограда
через 20 дней после посадки

Table 2

Influence of preparations on the growth and development of grape cuttings
in 20 days after planting

Препарат (фактор А)	Концентрация препарата, моль/л фактор (В)	Длина корней, см			Длина стебля, см			Число междоузлий, шт.		
		абсолютное значение	разность по факторам		абсолютное значение	разность по факторам		абсолютное значение	разность по факторам	
			А	В		А	В		А	В
Бензихол	0	1,76	—	—	0,24	—	—	0,7	—	—
	10 (-7)	2,95	—	1,19	0,66	—	0,42	1,7	—	1,0
	10 (-9)	1,72	—	-0,04	0,20	—	-0,04	0,5	—	-0,2
	10 (-11)	2,33	—	0,57	0,37	—	0,13	0,9	—	0,2
Этихол	0	1,76	0,0	—	0,24	0,0	—	0,7	0,0	—
	10 (-7)	2,03	-0,92	0,27	0,34	-0,32	0,10	0,7	-1,0	0,0
	10 (-9)	2,72	1,00	0,96	0,63	0,43	0,39	1,4	0,9	0,7
	10 (-11)	3,69	1,36	1,93	0,78	0,41	0,54	1,7	0,8	1,0
НСР ₀₅		0,87	$F_{\text{факт.}} < F_{\text{табл.}}$	0,60	0,27	$F_{\text{факт.}} < F_{\text{табл.}}$	0,19	0,52	$F_{\text{факт.}} < F_{\text{табл.}}$	0,36

При изучении ростовых процессов под действием препаратов Бензихол и Этихол с фиторегулирующей способностью, наряду с влиянием на число и длину корневой системы, важным показателем является развитие стебля и число формирующихся междоузлий, от которых напрямую зависит число оздоровленных саженцев винограда.

Оценка влияния изучаемых препаратов на такие морфогенетические показатели, как длина стебля и число междоузлий показала, что на 20-е сутки длина стеблей варьировала по вариантам от 0,20 до 0,78 см. Более высокий прирост длины стебля при применении препарата Бензихол отмечался на вариантах с концентрацией $1 \cdot 10^{-7}$ и $1 \cdot 10^{-9}$ М

однако. Математически доказано лишь влияние Бензихола в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ М, данному варианту соответствует и более существенное увеличение числа междоузлий.

Более значимое влияние на длину стеблей оказал препарат Этихол. На 20-е сутки после посадки данный показатель увеличился на 0,1–0,54 см. Существенному росту стеблей в длину и увеличению числа междоузлий способствовало введение в питательную среду Этихола в концентрациях $1 \cdot 10^{-9}$ и $1 \cdot 10^{-11}$ М. Так, на варианте Этихол $1 \cdot 10^{-11}$ М длина стеблей превышала значение контрольного варианта на 0,54 см, а число междоузлий – на 1 шт.

Анализ влияния препаратов на более позднем сроке (на 30-е сутки) не показал положительных изменений в динамике роста корней (таблица 3). В этот период сохранилось отрицательное действие Бензихола в концентрации $1 \cdot 10^{-9}$ и незначительное влияние препарата в концентрации $1 \cdot 10^{-11}$ М, где длина корней превышала контроль на 0,7 см (при $НСР_{05} = 1,35$). Максимально положительное воздействие Этихола наблюдалось на варианте с концентрацией $1 \cdot 10^{-11}$ М, где разница с контролем составила 1,51 см.

Таблица 3

Влияние препаратов на рост и развитие черенков винограда
через 30 дней после посадки

Table 3

Influence of preparations on the growth and development of grape cuttings in 30 days
after planting

Препарат (фактор А)	Концентрация препарата, моль/л фактор (В)	Длина корней, см			Длина стебля, см			Число междоуз- лий, шт.		
		абсолютное значение	разность по факторам		абсолютное значение	разность по факторам		абсолютное значение	разность по факторам	
			А	В		А	В		А	В
Бензихол	0	3,58	–	–	1,20	–	–	2,12	–	–
	10 (-7)	5,24	–	–	2,00	–	0,80	3,32	–	1,20
	10 (-9)	3,00	–	–	0,84	–	-0,36	1,76	–	-0,36
	10 (-11)	4,28	–	–	1,48	–	0,28	2,56	–	0,44
Этихол	0	3,58	0,0	–	1,20	0,0	–	2,12	0,0	–
	10 (-7)	3,14	-2,1	-0,44	1,32	-0,68	0,12	2,12	-1,20	0,0
	10 (-9)	4,30	1,3	0,72	1,81	0,97	0,61	3,12	1,36	1,0
	10 (-11)	5,09	0,81	1,51	2,63	1,15	1,43	3,60	1,04	1,48
НСР ₀₅		1,35	F _{факт.} < F _{табл.}	F _{факт.} < F _{табл.}	0,64	0,31	0,44	0,92	F _{факт.} < F _{табл.}	0,64

Влияние препаратов на длину стеблей через 30 дней сохранилось. Как и в более ранние сроки, в этот период в результате действия Бензихола в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ М и Этихола $1 \cdot 10^{-9}$ и $1 \cdot 10^{-11}$ М наблюдалось увеличение средней длины стебля на 0,61–1,43 см. В опыте выявлены существенные различия вариантов. Применение самой высокой

в опыте концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ Этихола отрицательно сказалось на росте стебля в длину.

Как на 20-е сутки после посадки черенков при оценке числа междоузлий, так и на 30-е – среди вариантов с применением препарата Бензихол наиболее существенный рост данного показателя отмечался при концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ М, где разница с контролем составила 1,2 шт.

На вариантах с препаратом Этихол также сохранилась тенденция, наблюдаемая нами через 20 суток, где существенный рост числа междоузлий отмечен при концентрации препарата $1 \cdot 10^{-9}$ и $1 \cdot 10^{-11}$ М. Особенно нужно отметить преимущество последнего варианта, где разница с контролем составила 1,48 шт.

Выводы. Исследования показали, что оба препарата – Бензихол и Этихол – при добавлении их в питательную среду для выращивания оздоровленных *in vitro* микрочеренков винограда среднепозднего сорта Рубин Голодриги оказывали влияние на рост и развитие пробирочных растений винограда.

Применение препарата Этихол в высокой концентрации ($1 \cdot 10^{-7}$ М) отрицательно влияет на образование и развитие корневой системы, рост стебля и междоузлий. Добавление в питательную среду Этихола в концентрации $1 \cdot 10^{-9}$ и $1 \cdot 10^{-11}$ М способствовало увеличению числа корней относительно контроля на 21,7 и 39,1 % через 10 дней и росту корней в длину на 54,5 и 109,7 % на 20-е сутки после посадки, на 20,1 и 42,2 % – на 30-е сутки, а также росту числа междоузлий на 100 и 142,9 % через 20 дней, 47,2 и 69,8 % – через 30 дней. Увеличение числа междоузлий свидетельствует о возможности использования Этихола в низких концентрациях в целях повышения объемов оздоровленного и генетически выровненного посадочного материала винограда для питомников.

Препарат Бензихол наибольшую эффективность при выращивании оздоровленных черенков винограда показал в концентрации $1 \cdot 10^{-7}$ М, увеличив число корней, по сравнению с контрольным вариантом, на 21,7 %, а их длину – на 81,1 % за первые 10 дней, на 67,6 % – на 20-е сутки и 46,4 % – на 30-е сутки после посадки. Положительное влияние препарата в данной концентрации отмечено на рост стебля (на 175 % и 66,7 % – на 20-е и 30-е сутки соответственно) и увеличение числа междоузлий (на 142,9 и 56,6 %).

Список источников

1. Батукаев А.А., Адымханов Л.К., Дудаева А.С. Оздоровление и размножение новых сортов винограда в культуре *in vitro* // Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России: Материалы XXIV Международной научной конференции Магас, 17–20 ноября 2022 года. Магас: ООО «Издательство АЛЕФ», 2022. С. 104–108.
2. Рыкова И.Н., Аксенов С.С., Губанов Р.С. Проблемы и перспективы развития садоводства и виноградарства в России // Вестник института дружбы народов Кавказа (Теория экономики и управления народным хозяйством) Экономические науки. 2019. № 4 (52). С. 7.
3. Анцифирова О.Ю., Кузичева Н.Ю., Яхьяев Г.У. Развитие виноградно-винодельческого подкомплекса Республики Дагестан: тенденции, проблемы, точки роста // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 2. С. 28–31.
4. Браткова Л.Г., Цаценко Н.Н. Клональное микроразмножение винограда // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 6 (Т. 29). С. 49–52.

5. Выращивание мериклонов винограда в нестерильных условиях / Н.Н. Цаценко, Л.Г. Браткова, А.Н. Малыгина, М.Н. Машенко // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 43 (1). С. 30–41.
6. Регенерация винограда в культуре *in vitro* / Т.В. Коваленко, Н.Г. Тихонова, Е.К. Хлесткина, Ю.В. Ухатова // Биотехнология и селекция растений. 2022. Т. 5. № 4. С. 39–54. doi: 10.30901/2658-6266-2022-4-01.
7. Батукаев А.А., Палаева Д.О., Куркиев К.У. Особенности введение в культуру *in vitro* сорта винограда Кишмиш ВИР // Известия Дагестанского ГАУ. 2023. № 1 (17). С. 30–33. doi: 10.52671/26867591_2023_1_30.
8. Krasinskaya, T. Morphogenetic potential of grape explants anitiation stage of *in vitro* culture during the aktiv plant growth and dormancy period / T. Krasinskaya, A. Zmushko // Acta Horticulturae. 2021. № 1324. P. 111-115 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1324.17>.
9. Рягузова Т.В. Диагностика вирусов плодово-ягодных культур и современные методы их оздоровления // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020. Т. 7. № 1-2. С. 130–134. doi: 10.24411/2500-0454-2020-11234.
10. Сегет О.Л., Алейникова Г.Ю., Авдеенко И.А. Новый биотехнологический прием обеззараживания посадочного материала винограда // Вестник КрасГАУ. 2021. № 4 (169). С. 67–75. doi: 10.36718/1819-4036-2021-4-67-75.
11. Клименко В.П., Павлова И.А. Оздоровление растений винограда *in vitro* от вирусных болезней // Русский виноград 2018. Т. 7. С. 76–83.
12. Упадышев М.Т. Диагностика вирусов плодовых и ягодных культур – важный этап в производстве сертифицированного посадочного материала // Садоводство и виноградарство – Horticulture and vibculture. 2018. № 2. С. 43–48. DOI: 125556/VSTISP. 2018.2.12306. 15.
13. Гинда Е.Ф., Хлебников В.Ф., Трескина Н.Н. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество ягод столовых сортов винограда в условиях Приднестровья // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019. Т. 21, № 3 (109). С. 240–244. doi: 10.35547/IM.2019.21.3.010.
14. Гамидова Н.Г., Караев М.К. Влияние регуляторов роста на продуктивность и качество столовых сортов винограда в условиях северного Дагестана // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (60). С. 98–101.
15. Котова З.П., Гафуров Р.Г. Биологическая эффективность стресспротекторов-фиторегуляторов бензихол и этихол при выращивании безвирусного картофеля в почвенно-климатических условиях северной зоны земледелия России // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2020. № 3. С. 3–8. doi: 10/32935/2221-7312-2020-45-2-3-8.

References

1. Batukaev A.A., Adymkhanov L.K., Dudaeva A.S. Improvement and reproduction of new grape varieties in *in vitro* culture//Biological diversity of the Caucasus and the South of Russia: Materials of the XXIV International Scientific Conference, Magas, November 17–20, 2022. Magas: Publishing House ALEF. 2022. P. 104-108.
2. Rykova I.N., Aksenov S.S., Gubanov R.S. Problems and prospects for the development of horticulture and viticulture in Russia// Bulletin People's Friendship institute of the Caucasus (The economy and national economy management) Economic Sciences. 2019. No. 4 (52), P. 7.

3. Antsifirova O.Yu., Kuzicheva N.Yu., Yakhiaev G.U. Development of the grape and wine-growing subcomplex of the Republic of Dagestan: trends, problems, growth points // International Agricultural Journal. 2018. No. 2. P. 28–31.
4. Bratkova L.G., Tsatsenko N.N. Clonal micro-propagation of grape // Achievements of science and technology in Agro-Industrial complex. 2015. No. 6 (V. 29). P. 49–52.
5. Growing mericlones of grape in septic conditions / N.N. Tsatsenko, L.G. Bratkova, A.N. Malykhina, M.N. Mashchenko // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2017. No. 43(1). P. 30–41.
6. Regeneration of grapes in in vitro culture / T.V. Kovalenko, N.G. Tikhonova, E.K. Khlestkina, Yu.V. Ukhatova // Biotechnology and plant breeding. 2022. Vol. 5. No. 4. P. 39–54. doi: 10.30901/2658-6266-2022-4-01.
7. Batukaev A.A., Palaeva D.O., Kurkiev K.U. Characteristics of introduction to in vitro culture of the Kishmish VIR grape variety // Daghestan GAU Proceedings. 2023. No. 1(17). P. 30–33. doi: 10.52671/26867591_2023_1_30.
8. Krasinskaya, T. Morphogenetic potential of grape explants initiation stage of in vitro culture during the active plant growth and dormancy period / T. Krasinskaya, A. Zmushko // Acta Horticulturae. 2021. No. 1324. P. 111–115 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1324.17>.
9. Riaguzova T.V. Diagnostics of viruses of fruit and berry crops and modern methods of their improvement // Selection and variety breeding of horticultural crops. 2020. V. 7. No. 1–2. P. 130–134. doi: 10.24411/2500-0454-2020-11234.
10. Seget O.L., Aleinikova G.Yu., Avdeenko I.A. New biotechnological method of disinfection of grape planting material // Bulletin of KrasSAU. 2021. No. 4 (169). P. 67–75. doi: 10.36718/1819-4036-2021-4-67-75.
11. Klimenko V.P., Pavlova I.A. Improvement of grape plants in vitro from viral diseases // Russian grape. 2018. T. 7. P. 76–83.
12. Upadyshev M.T. Diagnosis of fruit and berry crop viruses is an important stage in the production of certified planting material // Horticulture and viticulture. 2018. No. 2. P. 43–48. DOI: 125556/VSTISP. 2018.2.12306. 15.
13. Ginda E.F., Khlebnikov V.F., Treskina N.N. Influence of growth regulators on the yield and quality of berries of table grape varieties in the conditions of Transnistria // Magarach. Viticulture and winemaking. 2019. V. 21, No. 3(109). P. 240–244. doi: 10.35547/IM.2019.21.3.010.
14. Gamidova N.G., Karaev M.K. Influence of growth regulators on productivity and quality of table grape varieties in the conditions of northern Dagestan // Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2020. No. 1(60). P. 98–101.
15. Kotova Z.P., Gafurov R.G. Biological efficiency of stress protector-phytoregulators benzilol and etihol in the cultivation of virus-free potatoes in soil and climatic conditions of the northern zone of agriculture in Russia // Theoretical and applied problems of the agroindustrial complex. 2020. No. 3. P. 3–8. doi: 10/32935/2221-7312-2020-45-2-3-8

Информация об авторах

Нина Николаевна Цаценко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологии, e-mail: cnn@fnac.center, тел.: 8-905-497-84-04, orcid 0009-0006-5773-3602

Любовь Гавриловна Браткова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологии, e-mail: bio26@yandex.ru, тел.: 8-9620249370, orcid 0009-0007-2400-7353

Константин Анатольевич Макаров, научный сотрудник отдела биотехнологии, e-mail: makarov.ka@bk.ru, тел.: 8-989-975-81-67, orcid 0009-0009-6844-9318

Мащенко Марина Николаевна, научный сотрудник отдела биотехнологии, e-mail: maschenko.marina2013@yandex.ru, тел.: 8-905-445-65-09, orcid 0009-0001-6664-0508

Information about the authors

N. N. Tsatsenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Biotechnology, e-mail: cnn@fnac.center, tel.: 8-905-497-84-04, orcid 0009-0006-5773-3602

L. G. Bratkova, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Biotechnology, e-mail: bio26@yandex.ru, tel.: 8-9620249370, orcid 0009-0007-2400-7353

K. A. Makarov, Researcher of the Department of Biotechnology, e-mail: makarov.ka@bk.ru, tel.: 8-989-975-81-67, orcid 0009-0009-6844-9318

M. N. Mashchenko, Researcher of the Department of Biotechnology, e-mail: maschenko.marina2013@yandex.ru, tel.: 8-905-445-65-09, orcid 0009-0001-6664-0508

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 19.01.2024; одобрена после рецензирования 29.01.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 19.01.2024; approved after reviewing 29.01.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 70-86
Agricultural journal. 2024; 17 (1). P. 70-86

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.1 (470.620)

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.1.17.2024

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЛОШАДЕЙ НА КРАСНОДАРСКОМ ИППОДРОМЕ

Александр Геннадьевич Дикарев¹, Сергей Владимирович Свистунов^{1,2},
Афина Алексеевна Харитиди¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: mail@kubsau.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», г. Краснодар, ПГТ Знаменский, e-mail: svistunov@list.ru

Аннотация. Совершенствование верховых пород лошадей и развитие призовой коневодческой индустрии в нашей стране во многом зависят от результатов ипподромных испытаний: только они позволяют оценить главный селекционируемый признак – работоспособность. Целью исследований являлось изучение результатов испытаний лошадей на Краснодарском ипподроме как одной из ведущих организаций по племенному животноводству, осуществляющей испытания лошадей верховых пород в Российской Федерации. Исследования осуществлялись по материалам официальной статистики и ежегодных отчетов о проведенных испытаниях лошадей верховых пород на Краснодарском ипподроме в период 2019–2022 годов. Установлено, что на Краснодарском ипподроме ежегодно проходит более 180 скачек и испытывается более 500 лошадей верховых пород, что значительно превышает показатели других ипподромов РФ, а по размеру призового фонда испытаний, равному 64083100 руб., Краснодарский ипподром уступает только Центральному Московскому ипподрому. В соответствии с существующими правилами испытания проводятся раздельно по породам, наибольшее представительство из которых имеет чистокровная верховая – 83,8%, доля арабской и ахалтекинской пород составляет соответственно 10,4 и 5,8 %. О развитии российского коннозаводства свидетельствует высокая доля в испытаниях отечественных лошадей. Среди лошадей чистокровной верховой породы 49,4% рождены в Краснодарском крае и Республике Адыгея, еще 26,5 % – в других регионах РФ, остальная доля (24,1%) – лошади зарубежного происхождения. В последние годы данное соотношение имеет тенденцию в сторону увеличения доли импортных лошадей. Среди испытанного поголовья наиболее широко представлены жеребцы – 64,4%, 35,6 % – доля кобыл, а также лошади в двух- и трёхлетнем возрасте. В скаковом сезоне 2022 года приняли участие лошади 148 коневладельцев, в том числе: 11 племенных конных заводов; 27 юридических предприятий разных форм собственности; 110 частных владельцев. Из 20 самых резвых лошадей в сезоне 2022 года на различных дистанциях 12 были рождены в США, 6 – в

России, по 1 – в Ирландии и Франции. Данное распределение свидетельствует о значительной конкурентоспособности и потенциале отечественных лошадей чистокровной верховой породы.

Ключевые слова: испытания, ипподром, лошади, чистокровная верховая порода, призовой фонд, жеребцы, кобылы, скачки, скаковой сезон.

Для цитирования: Дикарев А.Г., Свистунов С.В., Харитиди А.А. Результаты испытаний лошадей на Краснодарском ипподроме// Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 70-86. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.1.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

RESULTS OF HORSE TESTING AT THE KRASNODAR HIPPODROME

Aleksandr G. Dikarev¹, Sergei V. Svistunov^{1,2}, Afina A. Kharitidi¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, Krasnodar, Russia, e-mail: mail@kubsau.ru

² Federal State Budgetary Scientific Institution “Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine”, Znamenskii, Krasnodar, e-mail: svistunov@list.ru

Abstract. The improvement of horse breeds for riding and the development of the prize horse breeding industry in our country largely depend on the results of hippodrome tests: only they allow us to assess the main breeding trait – performance. The purpose of the research was to study the results of horse testing at the Krasnodar hippodrome as one of the leading organizations in livestock breeding, which carries out tests of horse breeds for riding in the Russian Federation. The research was conducted based on official statistics and annual reports on the tests of riding horse breeds at the Krasnodar hippodrome in the period 2019 – 2022. It has been established that more than 180 races are held annually at the Krasnodar hippodrome and more than 500 riding horses are tested. This significantly exceeds the characteristics of other hippodromes in the Russian Federation, and in terms of the prize fund of 64083100 rubles, the Krasnodar hippodrome is second only to the Central Moscow Hippodrome. In accordance with the existing rules, tests are carried out separately by breeds, the largest representation of which is Thoroughbred horse – 83,8 %, the share of Arab and Akhal-Teke breeds is 10,4 and 5,8 %, respectively. The development of Russian horse breeding is evidenced by the high proportion of domestic horses in testing. Among the Thoroughbred horses, 49,4 % were born in the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea, another 26,5 % – in other regions of the Russian Federation, the remaining 24,1 % – horses of foreign origin. In recent years, this ratio has tended to increase the share of imported horses. Among the tested livestock, stallions are the most widely represented – 64,4 %, the share of mares is 35,6 %, as well as 2 and 3-year-old horses. 148 horse owners took part in the 2022 racing season, including: 11 thoroughbred stud farms; 27 legal entities of various forms of ownership; 110 private owners. Of the 20 fastest horses in the 2022 season at various distances, 12 were born in the USA, 6 in Russia, 1 in Ireland and 1 in France. This distribution indicates the significant competitiveness and potential of domestic Thoroughbred horses.

Key words: testing, hippodrome, horses, Thoroughbred breed, prize fund, stallions, mares, horse racing, racing season.

For citation: Dikarev A.G., Svistunov S.V., Kharitidi A.A. Results of horse testing at the Krasnodar hippodrome// Agricultural Journal. 2024. No. 1 (17).P. 70-86.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/008.1.17.2024

Введение. Понятие «испытания» в коневодстве подразумевает проверку работоспособности племенных лошадей по установленным правилам в целях выявления лучших представителей породы по работоспособности как совокупности генотипических и паратипических признаков. Испытания племенных лошадей проводят на ипподромах, являющихся сложным производственным комплексом, включающим призовые и тренировочные дорожки, конюшни, паддоки для прогулки и другие хозяйственные постройки [1, 2].

В настоящее время особенно важна роль ипподромов как главных объектов, обуславливающих развитие национального коневодства и коннозаводства. Повышение технической оснащённости ипподромов, увеличение призового фонда, создание инфраструктуры, отвечающей современным требованиям проведения культурно-массовых мероприятий, считаются приоритетными задачами по развитию ипподромного дела на ближайшую перспективу [3, 4].

По количеству действующих ипподромов в стране можно безошибочно судить о степени развития в ней призового коневодства и даже об общем уровне жизни. Кроме того, популярность бегового и скакового спорта способствует прогрессу данной отрасли, если определенная часть доходов от тотализатора направляется на поддержку коннозаводства. В настоящее время в России существует 36 ипподромов, из них функционирует 30, на которых ежегодно проводятся испытания около 6500 голов лошадей разных пород. Наиболее крупными, проводящими испытания в нашей стране являются Центральный Московский ипподром, Казанский, Ростовский и Краснодарский ипподромы [3, 5].

Краснодарский край – колыбель чистокровного коннозаводства России, а также единственный регион, на территории которого функционируют два ипподрома, включенных в государственный племенной регистр Минсельхоза России, – Краснодарский и Павловский. В крае сосредоточено подавляющее большинство коннозаводчиков страны, занимающихся разведением лошадей чистокровной верховой породы, наиболее крупные из которых – конный завод «Восход», КФХ «Барсук», ПКЗ «Прогресс», «Конный завод» 711» и др. Наличие ипподромов и достаточно большого количества скаковых лошадей в совокупности с благоприятными климатическими условиями позволяют развивать индустрию чистокровного коневодства края [6].

Изучение результатов испытаний лошадей на ипподромах страны позволяет объективно оценить состояние отрасли спортивного коневодства и планировать пути ее дальнейшего развития

Цель исследований: изучить закономерности и динамику основных производственных показателей испытаний лошадей верховых пород на Краснодарском ипподроме.

Материал и методы исследований. Исследования по изучению результатов испытаний лошадей на Краснодарском ипподроме осуществлялись с использованием данных официальной статистики Краснодарского ипподрома, нормативных требований

при проведении испытаний лошадей верховых пород на ипподромах РФ, информации специализированных интернет-ресурсов [7].

Краснодарский ипподром – один из старейших ипподромов России. Его история начинается с 26 апреля 1864 года. В этот день были проведены первые все кубанские конные состязания. Сегодня Краснодарский ипподром – социально-значимый отраслевой объект. На его территории работают: краевой центр спортивной подготовки (ЦСП №3), Кубанское казачье войско, конный взвод УВД г. Краснодара. Материальная база и техническое оснащение ипподрома позволяют проводить испытания на высоком профессиональном уровне, что способствует наиболее полной реализации спортивной работоспособности лошадей. На территории ипподрома площадью 41 гектар располагаются: скаковой круг (длина – 1630 м, ширина – 15 м) с песчаным покрытием, рысистая дорожка, рабочая дорожка, стипль-чезная трасса, конкурное поле, трибунный комплекс на 3500 посадочных мест, крытый конноспортивный манеж, конюшни. Техническое оснащение включает: старт-машину с 12-тью стартовыми боксами, машину сопровождения, фото- и видеофиниш, фото- и видеоаппаратуру, радиофикацию, электронные секундомеры. Благодаря умеренно-континентальному климату Краснодарского края скаковой сезон самый продолжительный в России – с апреля по октябрь[8].

Результаты исследований и их обсуждение. Основными показателями, по которым оценивают работу ипподромов в нашей стране и подводят итоги каждого прошедшего скакового сезона, принято считать количество испытанных лошадей, общее количество скачек, количество стартов и среднее количество участников скачек.

В таблице 1 приведены количественные показатели испытаний лошадей на Краснодарском ипподроме в период 2019–2023 годов.

Таблица 1

Показатели испытаний лошадей в 2019–2023 гг.

Table 1

Horse testing characteristics 2019–2023

Показатели	Год			
	2019	2020	2021	2022
Количество скаковых дней	19	19	17	17
Общее количество скачек	179	204	187	187
Количество стартов	1224	1435	1104	1208
Количество барьерных скачек и стипль-чезов	–	1	1	–
Испытанно лошадей, голов	439	540	490	531
Среднее количество участников скачек	6,8	7,0	5,9	6,4

Открытие скакового сезона на Краснодарском ипподроме определяется временем наступления устоявшейся благоприятной погоды для проведения испытаний лошадей. В 2022 году открытие скакового сезона состоялось 23 апреля, закрытие – 16 октября. Практически в эти сроки начинался и заканчивался скаковой сезон в 2019, 2020 и 2021 годах. Продолжительность скакового сезона составляет семь месяцев.

Скаковой сезон 2021 и 2022 годов на Краснодарском ипподроме составил 17

скаковых дней. Впервые за последние несколько лет на два скаковых дня меньше. Два скаковых дня, согласно приказу министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края, были переданы ООО «Барсук», ипподром в станице Павловская. Соответственно, на Краснодарском ипподроме было организовано меньше скачек, зарегистрировано меньше официальных стартов.

Следует отметить относительную стабильность количества проведенных скачек на Краснодарском ипподроме. Общее количество скачек в 2022 году, как и в 2021 году, составило 187, что на 17 скачек, или на 8,0 %, меньше уровня 2020 года (204 скачки), но больше, чем в 2019 году (179 скачек). Общероссийская статистика по данному показателю свидетельствует о сокращении количества скачек в последние годы на ипподромах РФ. Основная причина – слабая укомплектованность ипподромов испытываемым поголовьем[9].

В 2020 году на Краснодарском ипподроме завершили реконструкцию стипль-чезной трассы и в этом же году провели стипль-чез, а также одну барьерную скачку; в 2021 году – 1 стипль-чез на дистанцию 3000 метров. В 2019 и 2022 годах стипль-чезов и барьерных скачек не разыгрывалось.

Количество стартов в 2022 году составило 1208. Это на 104 старта больше, чем в 2021 году (1104 стартов), но ниже уровня 2020 года (1435 стартов).

Развитие призового коневодства во многих странах мира связано с дополнительным доходом, получаемым от деятельности тотализатора. Так, в Англии размер ежегодно перечисляемых средств на развитие коневодства составляет 97,5 млн евро, во Франции – 775,4 млн евро, Турции – 89,1 млн евро [9]. На Краснодарском ипподроме с 2016 года работает тотализатор ОАО «Российские ипподромы». Наблюдается положительная тенденция увеличения оборота тотализатора, однако уже семь лет в призовой фонд скачек Краснодарского ипподрома средств от оборота тотализатора не поступает.

Важнейшим показателем, характеризующим итоги скакового сезона, считается количество испытанных лошадей. В целом данный показатель за анализируемый период имеет тенденцию устойчивого роста. В 2020 и 2022 годах на Краснодарском ипподроме испытано соответственно 540 и 531 лошадей верховых пород. В 2021 году число лошадей, принявших участие в испытаниях на Краснодарском ипподроме, составило 490 голов. Снижение этого показателя, как уже отмечалось выше, связано с уменьшением количества скаковых дней и проведением скачек на Павловском ипподроме.

Один из главных факторов, привлекающий зрителей на ипподром, – зрелищность скачек, во многом зависящая от борьбы участников при розыгрыше призов. Чем больше лошадей принимает участие в скачке, тем сильнее борьба и зрелищнее мероприятие. Среднее количество участников скачек имеет значительные различия в течение последних лет. Наибольшим данный показатель соответствует 2020 году (7,0 голов участвовало в каждой из проведенных скачек), а минимальный – 2021 году (5,9 голов). В 2022 году средняя численность лошадей в скачках составила 6,4 голов.

Объективная оценка основных итогов при проведении испытаний возможна при сравнении производственных показателей с результатами других ипподромов, проводящих испытания лошадей верховых пород в нашей стране (таблица 2).

Таблица 2

Рейтинг верховых ипподромов России

Table 2

Rating of Russian horse-riding hippodromes

Ипподром	Всего скачек	Испытано лошадей, гол.	Призовой фонд, руб.
Краснодарский ипподром	186	531	64083 100
Пятигорский ипподром	184	403	11 974 920
Грозненский ипподром им. С.-Х.С. Закаева	79	313	64 350 000
Павловский ипподром	63	294	38 602 000
Ростовский ипподром	90	253	4 346 500
Казань МКСК	103	209	12 542 000
Центральный Московский ипподром	66	189	87 802 000
Нальчикский ипподром	52	125	5 808 750
Ипподром «Акбузат» (Уфа)	22	60	2 403 897

Согласно Всероссийскому сайту Ипподром.ру, в 2022 году официальные испытания лошадей верховых пород проводили девять ипподромов. По итогам скакового сезона России 2022 года, Краснодарский ипподром четвертый год подряд является лидером по производственным показателям: по количеству испытанных лошадей верховых пород, количеству скачек и разыгранному призовому фонду. В скачках участвуют лучшие лошади страны, победители и призеры главных традиционных призов на ипподромах Москвы, Казани, Уфы, Ростова-на Дону, Элисты, Пятигорска, Нальчика, Гудермеса и Краснодара [3, 10, 11].

Согласно существующим правилам проведения испытаний лошадей верховых они проходят отдельно по породам с целью объективности сравнения полученных результатов, учитывая неодинаковые возможности спортивной работоспособности представителей разных пород. К испытаниям допускаются племенные лошади чистокровной верховой, арабской чистокровной, ахалтекинской, буденновской, тракененской, терской, кабардинской, карачаевской и донской пород, зарегистрированные в государственной книге племенных животных и имеющие племенные свидетельства (паспорта).

В таблице 3 представлен породный состав лошадей, испытанных на Краснодарском ипподроме в период с 2019 по 2022 год.

Таблица 3

Породный состав лошадей, испытанных на Краснодарском ипподроме

Table 3

Breed composition of horses tested at the Krasnodar hippodrome

Порода	Год							
	2019		2020		2021		2022	
	гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%
Чистокровная верховая	382	87,0	438	81,1	396	80,8	445	83,8
Арабская	28	6,3	65	12,0	53	10,8	55	10,4
Ахалтекинская	28	6,3	35	6,5	40	8,1	31	5,8
Другие породы	-	-	2	0,4	1	0,3	-	-
Итого	439	100	540	100	490	100	531	100

В течение анализируемого периода абсолютно большее количество среди испытываемого поголовья принадлежит чистокровной верховой породе. В 2022 году испытано 445 лошадей чистокровной верховой породы, в 2021 году – 396 голов, в 2020 году – 438 голов, в 2019 году – 382 головы. Относительно общего поголовья наибольшей доля чистокровной верховой породы наблюдалась в 2019 году – 87,0%. В последующие годы ее превосходство несколько снизилось, и в 2022 году составило 83,8%. Преобладание чистокровной верховой породы можно объяснить ее популярностью среди коннозаводчиков, высокой работоспособностью и почти идеальным экстерьером. Нужно отметить, что данная закономерность характерна не только для Краснодарского ипподрома, но и для других ипподромов нашей страны и зарубежья [12, 13, 14].

Важная тенденция динамики породного состава – увеличение в испытаниях количества лошадей арабской и ахалтекинской пород. Так, если в 2019 году было испытано по 28 представителей этих пород (6,3%), то уже в 2020 году их число возросло до 65 (12,0%) и 35 голов (6,5%) соответственно. Далее рост количества ахалтекинских лошадей продолжился, и в 2021 году составил 40 голов (8,1%), а численность лошадей арабской породы сократилась на 53 головы (10,8%). В 2022 году испытано 55 арабских лошадей (10,4%) и 31 лошадь ахалтекинской породы (5,8%).

Кроме перечисленных, испытывались представители и других пород. Так, в 2020 году в барьерных скачках и стипль-чезах испытаны две лошади полукровный пород: жеребец Сбрэк буденновской породы и мерин Тор (многопородная помесь). В 2021 году провели 1 стипль-чез на дистанцию 3000 метров. Наравне с чистокровными лошадьми испытан один полукровный жеребец Сбрэк буденновской породы.

Увеличение породного разнообразия лошадей, принявших участие в испытаниях, способствует совершенствованию верховых пород, привлекает большее количество зрителей и коневладельцев на ипподромы нашей страны.

Лошади чистокровной верховой породы выступают во всех скаковых днях, запланированных календарным расписанием. С их участием формируется основное ко-

личество скачек. Краснодарский край выступает центром разведения лошадей чистокровной верховой породы, а основные конные заводы лошадей арабской и ахалтекинской породы расположены в других регионах РФ.

География регионов, откуда коневладельцы заявляли своих участников скачек, весьма разнообразна: от Москвы и Санкт-Петербурга до Уфы и Красноярска. Традиционно широко представлены Юг России, Северный Кавказ (Краснодарский край, Республика Адыгея, Республика Дагестан, Ставропольский край), Ростовская область, Республика Калмыкия, Республика Татарстан, Республика Башкортостан, Республика Кабардино-Балкария. В скачках Осеннего Кубка Коннозаводчиков участвовали коневладельцы Республики Казахстан. Стабильно представительна делегация коневладельцев Республики Абхазия. Лошадей чистокровной верховой и арабской пород они приобретают как в Краснодарском крае, так и в других регионах Юга России, присутствуют импортные лошади.

В таблице 4 приведены данные о количестве отечественных и импортных лошадей чистокровной верховой породы, выступивших в скачках на Краснодарском ипподроме в период 2019–2022 годов.

Таблица 4

Происхождение лошадей чистокровной верховой породы
испытанных на Краснодарском ипподроме

Table 4

Origin of Thoroughbred horses tested at the Krasnodar hippodrome

Страна рождения лошади	Год							
	2019		2020		2021		2022	
	испытано лошадей							
	голов	%	голов	%	голов	%	голов	%
Краснодарский край и РА	240	62,8	276	63,0	206	52,0	220	49,4
Другие регионы РФ	61	16,0	79	18,0	86	22,0	118	26,5
США, Канада	65	17,0	65	15,0	92	23,0	94	21,0
Англия, Ирландия	13	3,4	13	3,0	10	2,5	9	2,0
Франция	3	0,8	5	1,0	2	0,5	4	1,1
Итого	382	100	438	100	396	100	445	100

Среди лошадей, прошедших испытания на Краснодарском ипподроме, абсолютно большая их часть рождены в России. В 2022 году их доля составила 75,9%. Высокое значение данного показателя характеризует положительные результаты работы в отрасли отечественного коннозаводства, возможность конкуренции выращенных в нашей стране лошадей с импортируемыми из-за рубежа [15]. Желательно, чтобы их доля и в дальнейшем увеличивалась. Для стимулирования местных коннозаводчиков проводятся розыгрыши ограничительных призов, в которых могут принимать участие лошади,

рожденные в Краснодарском крае и Республике Адыгея, но, несмотря на это, доля лошадей, рожденных в Краснодарском крае и РА, в последние годы снижается с 63,0% в 2019 и 2020 годах до 52,0% в 2021 году и до 49,4% в 2022 году.

В течение последних лет стабильно увеличивается, с 16,0% в 2019 году до 26,5% в 2022 году, доля испытанных лошадей, рожденных в других регионах РФ. Этот рост связан с розыгрышем престижного приза «Осенний Кубок Коннозаводчиков России», общий призовой фонд которого составляет более 14 млн руб.

Существенно возросла доля лошадей, рожденных в США и Канаде. В 2019 году она составляла 17,0%, в 2020 году – 15,0%. В 2020 и 2022 годах их доля увеличилась до 23 и 21% соответственно. И, наоборот, в тот же период несколько снизилась доля лошадей, рожденных в Англии и Ирландии, – с 3,4 до 2,0%.

Среди лошадей чистокровной верховой породы, проходящих испытания на Краснодарском ипподроме, есть представители породы, рожденные во Франции. Их количество в течение последних лет составляло от двух до пяти голов (0,5–1,1%).

Испытания племенных лошадей верховых пород проводятся с целью выявления их максимально высокой резвости, реализации наследственного потенциала животных, победы в розыгрыше призов и получения призовых сумм. На результаты испытаний лошадей влияют многочисленные факторы, главные из которых – породная принадлежность, уровень подготовки, возраст, пол и индивидуальные особенности животных.

В таблице 5 отражены данные результатов испытаний лошадей на Краснодарском ипподроме в сезоне 2022 года с учетом их пола.

Таблица 5

Количество и соотношение по полу лошадей,
испытанных на Краснодарском ипподроме в 2019–2022 гг.

Table 5

Number and sex ratio of horses
tested at the Krasnodar hippodrome in 2019–2022.

Год	Ед. измерения	Пол		Итого
		жеребцы	кобылы	
2019	голов	280	159	439
	%	63,8	36,2	100
2020	голов	337	203	540
	%	62,4	37,6	100
2021	голов	326	164	490
	%	66,5	33,5	100
2022	голов	342	189	531
	%	64,4	35,6	100

Пол лошадей в определенной мере влияет на их работоспособность, в том числе и в испытаниях на скаковой дорожке ипподрома. Зависимость пола и работоспособность животных можно объяснить проявлением полового диморфизма, в результате чего жеребцы крупнее кобыл, способны проявлять большую физическую силу и резвость. Кобылы, несколько уступая жеребцам в резвости, характеризуются большей выносливостью. С учетом этого многие из разыгрываемых призов проводятся раздельно по полу.

В течение последних четырех лет в розыгрыше призов на Краснодарском ипподроме преобладают жеребцы. Их количество колеблется от 280 голов в 2019 году до 342 в 2022 году, а доля остается стабильной в пределах 62,4–66,5 %. Соответственно, незначительно меняется и доля испытанных на ипподроме кобыл – 33,5–37,6 % от общего поголовья лошадей. Данное распределение можно объяснить неравными скаковыми возможностями жеребцов и кобыл в смешанных скачках, в силу чего коневладельцы чаще делают ставку на жеребцов. Кроме того, на данное распределение может влиять более длительный период использования в спорте жеребцов.

В скачках на призовой дорожке начинают испытывать лошадей с двухлетнего возраста. Возраст лошадей исчисляется с 1 января года рождения. К испытаниям в гладких скачках допускаются кобылы до 5-летнего возраста, жеребцы – до 10-летнего возраста включительно.

По результатам изучения возрастной структуры общего поголовья лошадей чистокровной верховой породы установлено, что наиболее широко на ипподромной дорожке представлены лошади в двух- и трёхлетнем возрасте (таблица 6).

Таблица 6

Изменения возрастной структуры поголовья лошадей чистокровной верховой породы в период 2019–2022 гг.

Table 6

Changes in the age structure of the Thoroughbred horse population in the period 2019–2022

Год	Возраст лошадей							
	2 года		3 года		4 года и старше		Итого	
	гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%
2019	157	41,2	130	34,0	95	24,8	382	100,0
2020	164	37,5	171	39,0	103	23,5	438	100,0
2021	163	41,2	143	36,1	90	22,7	396	100,0
2022	173	39,0	173	39,0	99	22,0	445	100,0
Всего	657	39,5	617	37,1	387	23,3	1661	100

Доля двухлетних лошадей в испытаниях за последние четыре года в среднем составляет 39,5%, лошадей трех лет – 37,1%, четырёхлетних и старше – 23,3%, однако в разные годы данное соотношение несколько меняется. Так, в 2019 и 2021 годах в испытаниях преобладали двухлетние лошади (по 41,2%), а в 2020 году – трёхлетние (39,0%). В 2022 году соотношение лошадей двух и трёх лет было одинаковым – по 39,0%. Количество и доля лошадей четырёх лет и старшего возраста существенно не изменяется. Ежегодно испытывается 90–100 лошадей этого возраста, что составляет 22,0–24,8%.

Оптимальным следует считать соотношение возрастных категорий лошадей, когда половину от всего количества составляют лошади двух лет. В сравнении с этим показатель сезонов 2019–2022 годов фиксирует повышенный процент лошадей трёх лет и лошадей старшего возраста, что может быть связано с большими призовыми суммами для перечисленных возрастных категорий. Данное распределение по возрасту лошадей свидетельствует о том, что наиболее высокую работоспособность и потенциальные возможности на скаковой дорожке лошади верховых пород проявляют именно в два и

три года. В четырёхлетнем возрасте и старше, как правило, продолжают испытывать лошадей, обладающих стайерскими способностями, а также лошадей, хорошо выступавших в младшем возрасте, сохранивших здоровье и физические возможности для конкурентной борьбы в старшем возрасте, способные претендовать на высокие места при розыгрыше призов.

Производственные показатели испытаний напрямую зависят от призового фонда. Высокие суммы призовых, получаемые победителями и призерами испытаний, обеспечивают большее количество участников скачек. Это в свою очередь повышает качество испытаний, так как возрастает конкуренция. В таких условиях повышается интенсивность отбора при испытаниях и, следовательно, становится более интенсивной и эффективной селекция в производящий состав конных заводов, что и является одной из главных целей испытаний. В таблице 7 представлены результаты рейтинга наиболее успешных коневладельцев по показателям занятого места и сумме выигрыша лошадей.

Таблица 7

Результаты испытаний лошадей по сумме выигрыша в разрезе владельцев
на Краснодарском ипподроме

Table 7

Horse test results by prize money in the context of owners
at the Krasnodar hippodrome

№	Коневладелец	Испытано лошадей	Количество выступлений	Занятое место					Выиграно призовых, руб.	Выиграно традиционных призов	В том числе 1 гр.
				1	2	3	4-5	б/м			
Чистокровная верховая порода											
1	Донской КЗ	33	48	10	8	7	11	12	6 492 100	3	3
2	Волгоградский КЗ	24	57	11	13	5	15	13	4 947 200	4	2
3	Надир СХПК	20	61	11	8	13	13	16	4 384 500	3	—
4	Конный завод 711	39	103	18	20	12	23	30	4 043 450	4	—
5	Барсук Т.Л. КФХ	19	42	5	13	6	6	12	3 756 600	—	—
6	Прогресс АФ	24	60	9	7	11	20	13	3 032 050	5	2
7	Мозуляка С.В.	12	27	7	5	7	3	5	2 886 100	3	2
8	Краснокутский	17	50	12	8	7	12	11	2 690 700	2	—
9	Баймурадов Ш.Д.	9	30	6	5	6	5	8	2 682 000	2	1
10	Малкинский КЗ	7	18	2	4	3	5	4	2 527 000	—	—
	Другие	241	453	54	53	69	154	147	20531300	12	—
	Итого:	445	949	145	146	146	241	271	57 973 000	38	14

Продолжение таблицы 7

Арабская порода											
1	Бухтояров В.П.	5	28	8	4	3	8	5	867 300	7	2
2	Хахалев Р.О.	3	15	4	4	2	2	3	518 900	–	1
3	Ашуба А.Н.	3	11	2	3	3	2	1	429 000	2	1
4	Самоволов КЗ	7	22	–	6	3	5	8	290 100	–	–
5	Кубашичев А.Ш.	1	2	2	–	–	–	–	289 000	2	1
	Другие	36	120	17	13	20	32	38	1706 100	12	3
	Итого:	55	198	33	30	31	49	55	4 100 100	23	8
Ахалтекинская порода											
1	Сиротенко В.И. КФХ	4	14	5	5	1	3	–	684 600	5	2
2	Ставропольский КЗ № 170	6	6	1	2	2	1	–	564 400	1	1
3	Османов А.О.	2	4	2			2	–	181 000	2	1
4	Кулинич Ю.В.	2	7	1	1	2	2	1	171 000	–	–
5	Раджабов Р.А.	2	5	1	1	1	2	–	141 000	1	–
	Другие	15	25	1	2	5	10	7	268 000	1	–
	Итого:	31	61	11	11	11	20	8	2 010 000	10	4
	ВСЕГО:	531	1 208	189	187	188	310	334	64 083 100	71	26

Всего в течение скакового сезона 2022 года на Краснодарском ипподроме провели 187 скачек, в которых испытали 531 голову лошадей. Значительная часть из этого поголовья принимала участие в розыгрыше разных призов. Таким образом, общее количество выступлений составило 1209. В розыгрыше призов участвовали лошади 153 владельцев, в том числе: 11 племенных конных заводов; 27 юридических предприятий разных форм собственности; 110 частных владельцев.

По чистокровной верховой породе лучшие показатели размера призовых сумм и занятых мест имеет Донской конный завод. В ходе сезона было испытано 33 лошади данного предприятия, одержавшие 10 побед, в том числе в традиционных призах, а также неоднократно становившиеся призерами платных мест при розыгрыше призов. Общая сумма выигрыша составляет 6492100 руб. На втором месте с показателем 4 947200 руб. находится Волгоградский конный завод, на третьем месте СХПК Набир – 4384500 руб. Также в число десяти лучших коневладельцев по чистокровной верховой породе вошли Конный завод 711, КФХ Барсук Т.Л, АФ «Прогресс», Мозуляка С.В., КФХ Краснокутский Ю.В., Баймурадов Ш.Д. и Малкинский КЗ. Всего своих лошадей чистокровной верховой породы представили 112 владельцев, среди которых разыграли призовой фонд скачек в размере 57973000 руб., или 90,5% общего призового фонда сезона.

Среди коневладельцев, представивших лошадей арабской породы, лучшие показатели по сумме выигрыша (867300 руб.) имеет частный владелец Бухтояров В.П. Им было представлено на испытаниях пять лошадей, которые восемь раз становились призерами первых мест, четыре раза занимали второе место и три раза – третье. В первую пятерку коневладельцев с лучшими показателями по арабской породе также вошли Халев Р.О. (518 900 руб.), Ашуба А.Н. (429 000 руб.), КЗ Самоволов (290 100 руб.) и Кубашичев А.Ш. (289 000 руб.). Всего в скачках для арабских лошадей было разыграно 4 100 100 руб., или 6,4% призового фонда испытаний.

Лошадей ахалтекинской породы на испытания в 2022 году представили 14 коневладельцев, разыгравших 2 010000 руб., что составляет 3,1% от общего размера призового фонда. Наибольшая сумма выигрыша (684000 руб.) досталась КФХ Сиротенко В.И. В пятерку лучших хозяйств вошли Ставропольский КЗ № 170, Османов А.О., Кулинич Ю.В. и Раджабов Р.А.

Помимо выигранной суммы и занятого места, успех в розыгрыше традиционных призов определяется проявленной резвостью на дистанции скачки. Для лошадей чистокровной верховой породы, как самой быстрой породе лошадей в мире, этот показатель является одним из главных селекционируемых признаков. Дистанции, на которые проводятся розыгрыши призов для лошадей разного возраста, определены правилами и нормами в области племенного животноводства. В таблице 8 представлены лучшие резвосты лошадей чистокровной верховой породы по возрастным группам.

Таблица 8

Лучшие резвосты лошадей чистокровной верховой породы сезона 2022 г.

Table 8

The best agility of Thoroughbred horses of the 2022 season

Дистанция, м	Всероссийские рекорды резвосты	Возрастная категория		
		2 года	3 года	4 года и старше
1000	0.58,0	Атомная (RUS) 1.01,7	Пауэр Бэст(RUS) 0.59,2	Оркрист (USA) 0.58,5*
1200	1.11,1	Ривер Мэджик(USA) 1.12,8	Алла Плиз (RUS)1.13,0	КентакиФорс (USA) 1.12,5
1400	1.23,6	ГлобалОрб (USA) 1.25,7 рекорд дорожки	Ярослав Мудрый (RUS) 1.26,3	Темпл Мастер (USA) 1.27,3
1600	1.35,0	Зильбухар(USA) 1.41,3	ЖамалЧойс(RUS) 1.40,1	Метрополь (RUS) 1.39,5
1800	1.49,0	–	Киттен Джаз (USA) 1.54,6	СтэйФёст (USA) 1.55,0
2000	2.03,04	–	АнджеликМьюзик (USA) 2.06,1	Флавтесс (USA) 2.05,1
2400	2.25,1	–	ГолдСлэм (USA) 2.34,6	Лафайет Про (FR) 2.33,5
2800	2.57,0	–	Голд Слэм (USA) 3.07,0	–
3200	3.24,0	–	–	Тамплиер (IRE) 3.31,3

* – жирным шрифтом выделены абсолютные (вне возраста) резвосты сезона

Общей закономерностью результатов является увеличение показателей абсолютной резвости лошадей с возрастом на большей части дистанций. Так, на дистанциях скачек на 1000 м (Оркрист (USA) 0.58,5), 1200 м (Кентаки Форс (USA) 1.12,5), 1600 м (Метрополь (RUS) 1.39.5), 2000 и (Флавтесс (USA) 2.05,1) и 2400 м (Лафайет Про (FR) 2.33,5) лучшие резвости были показаны лошадьми четырёх лет и старше. Среди лошадей трёх лет рекордная резвость зарегистрирована на дистанции 1800 м (Киттен Джаз (USA) 1.54,6), среди лошадей двух лет – на дистанции 1400 м (Глобал Орб (USA) 3.07,0). Для сравнения показателей проявленной резвости лошадей в сезоне 2022 года в таблице 8 приведены значения Всероссийских рекордов резвости на разных дистанциях. На большей части дистанций лучшие резвости лошадей, показанные на Краснодарском ипподроме, незначительно уступают Всероссийским рекордам, что свидетельствует о высоком скаковом классе участвующих лошадей. По лучшей резвости в испытаниях можно судить о качестве и потенциальных возможностях племенных лошадей разного отечественного и зарубежного происхождения. Из 20 самых резвых лошадей в сезоне 2022 года 12 были рождены в США, 6 – в России, по 1 – в Ирландии и Франции. Данное распределение свидетельствует о существующем значительном превосходстве по резвости лошадей импортного происхождения на ипподромной дорожке, а кроме того, и о значительной конкурентоспособности и потенциале отечественных лошадей чистокровной верховой породы.

Заключение. Благодаря высокому уровню организации производственного процесса испытаний лошадей, возможностям материальной базы и техническому оснащению Краснодарский ипподром – один из наиболее престижных ипподромов России по количественному и качественному составу испытываемых лошадей чистокровной верховой, арабской и ахалтекинской пород. Престижность победы и высокие призовые суммы на Краснодарском ипподроме привлекают коннозаводчиков и владельцев со всей страны. В скачках участвуют лучшие лошади страны, победители и призеры главных традиционных призов на ипподромах Москвы, Казани, Уфы, Ростова-на-Дону, Элисты, Пятигорска, Нальчика, Гудермеса и др.

В течение последних лет на Краснодарском ипподроме ежегодно испытывается более 500 лошадей и наблюдается тенденция увеличения данного показателя. Рост численности испытываемых лошадей сопровождается увеличением числа лошадей в скачках, повышением конкуренции и зрелищности испытаний, что и определяет развитие призового коннозаводства в регионе и стране.

В породном составе испытываемого поголовья преобладает чистокровная верховая порода – 83,8%, доля лошадей арабской и ахалтекинской пород составляет 10,3 и 5,9 % соответственно.

С целью поддержки и развития племенного и спортивного коневодства в регионе на Краснодарском ипподроме проводятся розыгрыши ограничительных призов для лошадей, рожденных в Краснодарском крае и Республике Адыгея, однако, несмотря на меры поддержки отечественного коневодства, доля лошадей зарубежного происхождения в испытаниях за последние годы увеличилась с 19,0 до 24,1 %. По показателям лучшей резвости на различных дистанциях лошади отечественного происхождения конкурентно соперничают с импортными лошадьми, показывая высокий скаковой класс.

Список источников

1. Маркин, С.С. Некоторые аспекты скаковой работоспособности лошадей чистокров-ной верховой породы различного происхождения / С.С. Маркин, С.А. Козлов, С.А. Зи-новьева // Наука: научно-производственный журнал. 2019. № 3. С. 7–13. EDN MAWXAI.
2. Кассесинова, Е.В. Работоспособность как основной фактор отбора при совершен-ствовании быстроаллюрных пород лошадей / Е.В. Кассесинова // Коневодство и кон-ный спорт. 2012. № 6. С. 5-7. EDN PJDTET.
3. Ипподром.ру: [сайт]. – Москва, 2023 URL: <https://hippodrom.ru/modules/AMS/article.php?storyid=1252>
4. Стратегия развития коневодства в Российской Федерации на период до 2025 года // Коневодство и конный спорт. 2019. № 2. С. 4-5. EDN IWLWTA.
5. Ковалева, О.А. Анализ результатов ипподромных испытаний лошадей чистокровной верховой породы в России / О.А. Ковалева, Е.В. Рябова // Сборник студенческих науч-ных работ: Материалы конференции, Москва, 14–17 марта 2017 года. Том 23. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. С. 118–121. EDN VWEYNB.
6. Муравьева, Н.А. Эффективность использования отечественных и импортных жереб-цов-производителей чистокровной верховой породы в России и Краснодарском крае / Н.А. Муравьева // Коневодство и конный спорт. 2022. № 4. С. 12–15. DOI 10.25727/HS.2022.4.60672.
7. Правила и нормы в области племенного животноводства, устанавливающие методи-ку проверки и оценки племенных лошадей верховых пород на ипподромах Российской Федерации / Москва. 2015 42 с.
8. Краснодарский ипподром: [сайт]. – Краснодар, 2023 URL: https://hippodrom.ru/modules/results/meeting.php?calendar_id=2453*
9. Сулейманов, О.И. Технологические факторы, влияющие на работоспособность ло-шадей чистокровной верховой породы России / О.И. Сулейманов // Коневодство и кон-ный спорт. 2022. № 4. С. 8–11. DOI 10.25727/HS.2022.4.60671.
10. Чистокровное коневодство России в 2021 году. Итоги скакового сезона / О.И. Су-лейманов, М.В. Адамковская, С.Н. Сафронова, Н.В. Киселева // Коневодство и конный спорт. – 2022. № 1. С. 8–10. DOI 10.25727/HS.2022.1.60288. EDN JBNNOO.
11. Племенное коневодство России – образ и реалии / В.В. Калашников, А.М. Зайцев, Г. В.Калинкина [и др.] // Коневодство и конный спорт. 2022. № 1. С. 4–8. DOI 10.25727/HS.2022.1.60287. – EDN DOQHKR.
12. Харитиди, А.А. Породный состав лошадей в испытаниях на Краснодарском иппо-дроме / А.А. Харитиди, А.Г. Дикарев // Научное обеспечение агропромышленного ком-плекса: Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студен-тов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграр-ный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. С. 860–862.
13. Пятакова, Ю.В. Оценка работоспособности чистокровной верховой породы лоша-дей при ипподромных испытаниях / Ю.В. Пятакова, С.В. Семенченко // Селекция и технология производства продукции животноводства: Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 10 февраля 2021 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-ние высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный

университет», 2021. С. 32–38. EDN CUACWQ.

14. Стольная, Е.С. Скаковой сезон 2016 на ЦМИ / Е.С. Стольная // Коневодство и конный спорт. 2016. № 5. С. 19–23. EDN WNDGIR.

15. Сулейманов, О.И. Сравнительный анализ показателей работоспособности импортного и отечественного молодняка чистокровной верховой породы, испытанного на краснодарском / О.И. Сулейманов, Н.А. Обыденнова // Коневодство и конный спорт. 2021. № 5. С. 14–17. DOI 10.25727/HS.2021.5.60365.

References

1. Markin, S.S. Some aspects of the racing performance of thoroughbred horses of different origins / S. S. Markin, S. A. Kozlov, S. A. Zinoveva // Science: scientific and production journal. 2019. No. 3. P. 7–13. EDN MAWXAI.

2. Kassasinova, E.V. Performance as the main selection factor in the improvement of light breeds of horses / E.V. Kassasinova // Horse breeding and equestrian sports. 2012. No. 6. P. 5–7. EDN PJDTET.

3. Hippodrom.ru: [website]. –Moscow, 2023 URL: <https://hippodrom.ru/modules/AMS/article.php?storyid=1252>

4. Strategy for the development of horse breeding in the Russian Federation for the period up to 2025 // Horse breeding and equestrian sports. 2019. No. 2. P. 4–5. EDN IWLWTA.

5. Kovaleva, O. A. Analysis of the results of hippodrome tests of thoroughbred horses in Russia / O.A. Kovaleva, E.V. Riabova // Collection of student scientific papers : Materials of the conference, Moscow, March 14–17, 2017. Volume 23. – Moscow: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2017. P. 118–121. EDN VWEYNB.

6. Muraveva, N.A. Efficiency of using domestic and imported stud horses of thoroughbred horse breeds in Russia and the Krasnodar Territory / N. A. Muraveva // Horse breeding and equestrian sports. 2022. No. 4. P. 12–15. DOI 10.25727/HS.2022.4.60672.

7. Rules and regulations in livestock breeding, which establish a methodology for checking and evaluating thoroughbred horses of roadster breed at hippodromes of the Russian Federation / Moscow. 2015 42 p.

8. Krasnodar hippodrome: [website]. – Krasnodar, 2023 URL: https://hippodrom.ru/modules/results/meeting.php?calendar_id=2453*

9. Suleimanov, O.I. Technological factors, which affect the performance of horses of thoroughbred breeds of Russia / O.I. Suleimanov // Horse breeding and equestrian sport. 2022. No. 4. P. 8–11. DOI 10.25727/HS.2022.4.60671.

10. Thoroughbred horse breeding in Russia in 2021. The results of the racing season / O.I. Suleimanov, M.V. Adamkovskaia, S.N. Safronova, N.V. Kiseleva // Horse breeding and equestrian sports. 2022. No. 1. P. 8–10. DOI 10.25727/HS.2022.1.60288. EDN JBHNOO.

11. Thoroughbred horse breeding in Russia – image and realities / V.V. Kalashnikov, A.M. Zaitsev, G.V. Kalinkina [et al.] // Horse breeding and equestrian sport. 2022. No. 1. P. 4–8. DOI 10.25727/HS.2022.1.60287. – EDN DOQHKR.

12. Kharitidi, A.A. Breed composition of horses in testing at the Krasnodar hippodrome / A.A. Kharitidi, A.G. Dikarev // Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the 78th scientific and practical conference of students based on the results of research for 2022. In 3 parts, Krasnodar, March 1–31, 2023 / Responsible for the release A.G. Koshchaev. Volume Part 1. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2023. P. 860–862.

13. Piatakova, Yu.V. Evaluation of the performance of thoroughbred roadster horse breed at hippodrome testing / Yu.V. Piatakova, S.V. Semenchenko // Breeding and technology of live-

stock production : Materials of the international scientific and practical conference, Persianovsky village, February 10, 2021. –Persianovsky village: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “Don State Agrarian University”, 2021. P. 32–38. EDN CUACWQ.

14. Stolnaia, E.S. Racing season 2016 at the Central Moscow Hippodrome / E. S. Stolnaia // Horse breeding and equestrian sports. 2016. No. 5. P. 19–23. EDN WNDGIR.

15. Suleimanov, O. I. Comparative analysis of performance indicators of imported and domestic purebred young horses tested in Krasnodar / O.I. Suleimanov, N.A. Obydenova // Horse breeding and equestrian sports. 2021. No. 5. P. 14–17. DOI 10.25727/HS.2021.5.60365.

Сведения об авторах

Александр Геннадьевич Дикарев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», тел.: 8-961-52-93-155, e-mail: zoo-teh@yandex.ru ORCID 0009-0008-4301-7124

Сергей Владимирович Свистунов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», тел.: 8-918-420-19-12, e-mail: svistunov@list.ru ORCID 0000-0002-9098-9953

Афина Алексеевна Харитиди, бакалавр факультета зоотехнии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», тел.: 8-999-634-39-75, e-mail: afina-h@mail.ru ORCID 0009-0005-7996-8130

Information about the authors

A. G. Dikarev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Farm Animal Breeding and Zootechnologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, tel. 8-961-52-93-155, e-mail: zoo-teh@yandex.ru ORCID 0009-0008-4301-7124

S. V. Svistunov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Farm Animal Breeding and Zootechnologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, tel. 8-918-420-19-12, e-mail: svistunov@list.ru ORCID 0000-0002-9098-9953

A. A. Kharitidi, Bachelor of the Faculty of Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, tel. 8-999-634-39-75, e-mail: afina-h@mail.ru ORCID 0009-0005-7996-8130

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 29.02.2024; одобрена после рецензирования 10.03.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 29.02.2024; approved after reviewing 10.03.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 87-100
Agricultural journal. 2024; 17 (1). P. 87-100

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК: 636.22/.28

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.1.17.2024

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ

**Александр Геннадьевич Дикарев¹, Сергей Владимирович Свистунов²,
Иван Александрович Енин¹**

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, e-mail: mail@kubsau.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», Россия, г. Краснодар, ПГТ Знаменский, e-mail: svistunov@list.ru

Аннотация: Мясное скотоводство является значительно менее (в 2-3 раза) товароёмкой отраслью в сравнении с молочным скотоводством, единственным видом продукции которой выступает скот для убоя на мясо. Учитывая важное народнохозяйственное и экономическое значение отрасли мясного скотоводства, ее необходимо развивать, совершенствуя технологический процесс с учетом важнейших биологических особенностей скота специализированных мясных пород и использования ресурсосберегающих технологий. Исследования по использованию приемов ресурсосберегающих технологий в мясном скотоводстве проводились в условиях крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ) «Енин И.А.», расположенного в Республике Адыгея. Установлено, что скот абердин-ангусской породы способен эффективно использовать естественные горные пастбища на протяжении девяти месяцев в году. В течение стойлового периода, с декабря по март, для кормления используют только сено, заготовленное на сенокосных участках используемых пастбищ. Воспроизводство стада и выращивание мясных телят организовано по системе «корова-теленки», позволяющей свести к минимуму затраты труда и средств при выращивании телят, обеспечивая выкорм их сохранность. При содержании животных всех половозрастных групп в течение года не используют каких-либо капитальных построек. Живая масса бычков, выращенных по данной технологии, в 18- и 24-месячном возрасте достигает 380 и 470 кг соответственно, что ниже стандарта породы на 20 кг и 40 кг. Среднесуточный прирост бычков от рождения до 24 месяцев составляет 608 г. При достижении бычками живой массы 450–500 кг их реализуют на мясо. Расчет экономической эффективности производства показал, что производство говядины в подобных условиях экономически выгодно, уровень рентабельности производства составляет 17,65 %. Данный показатель уровня рентабельности следует считать приемлемым, так как он обеспечивает доходность производственной деятельности предприятия, тогда как в целом по отрасли мясного скотоводства в РФ он

составляет 33,4 %, а в большинстве стран Европы мясное скотоводство убыточно и субсидируется государством.

Ключевые слова: технология, мясной скот, абердин-ангусская порода, корова, теленок, мясная продуктивность, биологические особенности, отъем, гурт.

Для цитирования: Дикарев А.Г., Свистунов С.В., Енин И.А. Использование ресурсосберегающих технологий в мясном скотоводстве // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 87-100. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.1.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

USE OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN BEEF CATTLE BREEDING

**Aleksandr G. Dikarev¹, Sergei V. Svistunov²,
Ivan A. Enin¹**

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Krasnodar, Russia, e-mail: mail@kubsau.ru

²Federal State Budgetary Scientific Institution “Krasnodar Research Centre of Animal Husbandry and Veterinary Medicine”, Russia, Krasnodar, Znamenskii, e-mail: svistunov@list.ru

Abstract: Beef cattle breeding is a much less (2-3 times) commodity intensive industry in comparison with dairy cattle breeding, the only type of product of which is livestock for slaughter. Considering the national-economic and commercial importance of the beef cattle industry, it must be developed by improving the technological process, taking into account the most important biological characteristics of specialized beef breeds of cattle and the use of resource-saving technologies. The research on the use of resource-saving technologies in beef cattle breeding was conducted in the conditions of the peasant farm enterprise “Enin I.A.”, which was located in the Republic of Adygea. It was established that cattle of the Aberdeen Angus breed could effectively use natural mountain pastures for nine months of the year. During the nongrazing time from December to March, only hay, which was harvested from the hayfields of the relevant pastures, was used for feeding. The reproduction of the herd and the growing of beef calves was organized according to the “cow-calf” system, which minimized the cost of labor and money in calves growing, ensuring their high safety. When keeping animals of all gender and age groups during the year, any permanent buildings were not used. The live weight of bull calves, which were grown using this technology, at the age of 18 and 24 months reached 380 and 470 kg, respectively, which was lower than the breed standard by 20 kg and 40 kg. The average daily gain in bull calves from birth to 24 months was 608 g. When the bull calves reached a live weight of 450-500 kg, they were sold for meat. The calculation of the economic efficiency of production showed that beef production in such conditions was economically sound; the level of profitability of production was 17,65%. This parameter of the profitability level should be considered acceptable, since it ensures the profitability of the company's production activities, whereas in the whole beef cattle breeding industry in the Russian Federation it is 33,4%, and in most European countries beef cattle breeding is unprofitable and subsidized by the state.

Key words: technology, beef cattle, Aberdeen Angus breed, cow, calf, meat productivity, biological traits, weaning, herd.

For citation: Dikarev A.G., Svistunov S.V., Enin I.A. Use of resource-saving technologies in beef cattle breeding // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (1). P. 87-100. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/009.1.17.2024

Введение. Отрасль мясного скотоводства является одной наиболее динамично развивающихся отраслей животноводства. Объем производства говядины в нашей стране за последнее десятилетие увеличился в 7,5 раз, а численность скота, разводимого и содержащегося по технологии мясного скотоводства, – более чем в 5 раз. Сегодня всё поголовье крупного рогатого скота в РФ составляет 18 млн голов, в том числе скота мясных пород около 2,9 млн голов, что насчитывает 16,1 % от общей численности крупного рогатого скота. Согласно перспективным планам развития отрасли необходимо до 2025 года увеличить численность специализированного мясного скота до 10 млн голов [1, 2].

В нашей стране, располагающей широкими природными и производственными ресурсами, сложились условия для развития современного мясного скотоводства на промышленной основе. По комплексу признаков природно-климатического и экономического характера перспективной моделью для развития отечественного мясного скотоводства может стать североамериканская модель отрасли, предполагающая откорм скота на крупных откормочных площадках [3, 4, 5].

В связи с имеющимися объективными причинами, сдерживающими развитие отрасли мясного скотоводства, необходимо искать пути их решения, позволяющие снизить производственные затраты при содержании скота и использовать в производственном процессе ресурсосберегающие технологии.

Ресурсосберегающие технологии, нацеленные на снижение производственных расходов до уровня экономической целесообразности, могут обеспечить привлекательный для инвесторов и сельхозтоваропроизводителей уровень рентабельности (окупаемости затрат) и не требуют значительных капитальных вложений. Основные принципы технологической модели ресурсосберегающего производства в отрасли должны включать стойлово-пастбищную систему и беспривязный способ содержания животных, специализированные породы скота, экономию на капитальных вложениях и другие решения. Реализация данной модели даёт возможность снизить себестоимость единицы получаемой продукции, значительно увеличить производственную рентабельность, создать задел для расширенного воспроизводства и развития отрасли [6, 7, 8].

Цель исследований – изучение результатов использования ресурсосберегающих технологий в мясном скотоводстве.

Материал и методы исследований. Исследования по изучению эффективности использования ресурсосберегающих технологий в мясном скотоводстве проводились в 2022 году в условиях крестьянско-фермерского хозяйства «Енин И.А.», занимающегося разведением абердин-ангусской породы мясного скота. Хозяйство расположено в Майкопском районе Республики Адыгея, вблизи поселка Каменомостский, в бассейне реки Белой, в котловине, окруженной горами, на высоте 480 м над уровнем моря.

Природно-климатические условия региона отличаются своей мягкостью и predisposing к развитию пастбищного животноводства. Летом средний показатель термометра составляет +20 °С, а в зимнее время находится на уровне 0 °С.

Естественные пастбища и сенокосы, используемые при разведении мясного скота в хозяйстве, относятся к предгорным пастбищам со сравнительно продолжительным вегетационным периодом и богатым, разнообразным травостоем. Видовое многообразие диких трав естественных предгорных и горных пастбищ включает около 250 видов растений, абсолютно большую часть из которых составляют многолетники, доля двухлетних и однолетних видов растений составляет около 5 и 3 % соответственно от общего числа видов. Это определяет определенную устойчивость пастбищ от вытаптывания, климатических и сезонных факторов и обеспечивает животных зелеными кормами в течение пастбищного периода.

Мясное стадо скота хозяйства было сформировано путем приобретения в 2015 году чистопородных нетелей абердин-ангусской породы в количестве 80 голов в ОАО «Рубин» г. Горячий Ключ. В настоящее время общая численность мясного скота в КФХ «Енин И.А.» составляет 390 голов, в том числе 4 быка-производителя, 180 коров со шлейфом молодняка различного возраста. Целью развития отрасли мясного скотоводства в хозяйстве на ближайшую перспективу являются расширенное воспроизводство и увеличение численности стада. В связи с этим рождающихся телочек выращивают и оставляют в стаде для увеличения маточного поголовья, бычков выращивают для дальнейшей реализации и убоя на мясо.

Результаты исследований и их обсуждение. В основе технологического процесса производства говядины в КФХ «Енин И.А.» лежит организация содержания и воспроизводства стада по системе «корова-теленки». Данная технологическая операция широко используется в мясном скотоводстве, поскольку позволяет снизить экономические и трудовые затраты при выращивании молодняка. Система «корова-теленки» основана на высокоразвитом материнском инстинкте у коров мясных пород.

Важнейшей особенностью воспроизводства стада в мясном скотоводстве считаются сезонные отелы. Это позволяет получать одновозрастных телят, что облегчает и унифицирует технологический процесс их выращивания. Сезонные отелы рекомендованы для всех хозяйств вне зависимости от зоны их размещения, но наиболее выгодны и целесообразны они в хозяйствах, хорошо обеспеченных пастбищами и имеющих устойчивую кормовую базу. Всеми необходимыми условиями в полной мере располагает КФХ «Енин И.А.».

Используемая в хозяйстве технология содержания мясного скота предусматривает совместное содержание в стаде животных всех половозрастных групп, в том числе быков-производителей, коров, телок и бычков разного возраста. В таких условиях регулировать сроки случки и отела коров очень сложно. Важную роль при этом имеют особенности воспроизводительной функции коров. Так, при пастбищном содержании, в условиях, близких к природной среде, у коров резко выражена сезонность воспроизводства. Кроме того, длительный период подсоса теленка выступает сдерживающим фактором для проявления половой охоты. Ввиду естественной сезонности воспроизводства, свойственной животным в близких к естественным условиям содержания, отелы большей части коров приходятся на март – апрель – наиболее благоприятный период для отела с учетом принятой в хозяйстве технологии содержания животных.

Отличительная особенность разводимой абердин-ангусской породы скота – мелкоплодность. Роды коров обычно проходят на пастбище без посторонней помощи. Специальных помещений для проведения родов и содержания новотельных коров нет. Перед началом родов коровы обычно уединяются и возвращаются в стадо уже с ро-

дившимся теленком. В таких условиях при весеннем отеле (на пастбищах) отход приплода почти полностью исключается. Родившиеся телята с первого дня жизни следуют за матерью, которая, проявляя материнский инстинкт, оберегает теленка от различных проявлений возможной опасности. Описанная технология воспроизводства позволяет существенно снизить затраты на содержания коров и телят [9, 10, 11].

По завершении молочного периода, продолжительность которого в большинстве хозяйств, занимающихся мясным скотоводством, составляет 6–8 месяцев, традиционный отъем телят от матерей в хозяйстве не проводится. Бычки и телочки текущего года рождения остаются в маточном стаде вместе с матерями.

Отсутствие отъема имеет ряд преимуществ, а также обусловлено хозяйственными возможностями предприятия. Во-первых, численность мясного стада хозяйства пока остается не настолько большой, чтобы формировать отдельные гурты телят отдельно по полу после отъема от матерей. Раздельное содержание молодняка разного возраста требует дополнительных площадей, которыми хозяйство не располагает. Кроме того, значительно возрастут трудозатраты и количество обслуживающего персонала. Во-вторых, проведение отъема является причиной значительного стресса для телят, вследствие которого снижаются живая масса и среднесуточные приросты телят. При содержании молодняка согласно используемой безотъемной технологии эти негативные моменты исключаются.

Содержание телят отъемного возраста с матерями способствует повышению интенсивности их роста и живой массы за счет потребляемого ими материнского молока. При совместном содержании коров с телятами период лактации мясных коров удлиняется и это способствует интенсивному росту телят, но удлинение лактации свыше 8 месяцев может негативно отражаться на упитанности коров и развитии плода в период стельности. Как правило, коровы самостоятельно перестают лактировать после 6–8 месяцев. Если же телята продолжают сосать матерей, используют специальные кольца с шипами, вставляемыми в нос теленка, чтобы отучить их от подсоса.

Определяющие факторы экономики мясного скотоводства – применение технологий, позволяющих сократить производственные затраты на всех этапах производства. Наиболее весомой статьей затрат при производстве говядины являются корма. Их доля в структуре себестоимости прироста составляет 50–60 %, затраты на используемое оборудование и постройки – 15–20 %, электроэнергия – 10–15 %, заработная плата животноводов – до 10 %. Таким образом, разработка и применение в мясном скотоводстве технологических приемов, позволяющих максимально эффективно использовать естественные природные кормовые ресурсы, при высокой производительности труда и минимальных затратах энергоресурсов – актуальная задача отрасли мясного скотоводства [7, 12].

В КФХ «Енин И.А.» применяют экстенсивные методы хозяйствования и наиболее полно используют важные биологические особенности мясного скота с целью максимального удешевления содержания животных. Реализуется это в применении пастбищной малозатратной технологии кормления животных преимущественно грубыми кормами зимой и выпаса в пастбищный сезон (рисунок 1).



Рисунок 1. Горные пастбища, используемые для выпаса мясного скота
Figure 1. Mountain pastures used for grazing beef cattle

Основным кормом для скота в летний период является трава естественных пастбищ. В сутки коровы и нетели потребляют около 60–65 кг травы, что полностью удовлетворяет потребность животных в питательных веществах и энергии на поддержание жизнедеятельности и образование продукции.

В дополнение к пастбищной растительности животные получают минеральные корма. Для этого к местам стоянок на горных пастбищах завозят поваренную соль, организуя места подкормки животных. При определении необходимого количества соли планируют ее расход из расчета 50–60 г на взрослое животное и 30–40 г на одну голову молодняка. Для обеспечения водопоя животных на горных пастбищах используют естественные водные источники в виде ручьев, горных рек и озер.

Концентрированные корма в фазе воспроизводства, выращивания в хозяйстве не используют. Заключительный откорм молодняка как завершающий этап технологического процесса производства говядины не проводится, что обусловлено стремлением снизить себестоимость продукции и отсутствием складских помещений для хранения кормов.

Исследования ученых показывают, что при правильной организации использования горных пастбищ среднесуточные приросты молодняка крупного рогатого скота могут достигать 550–700 г. Урожайность горных лугов с доминированием злаков (коострец пестрый, ежа сборная, овсяница гигантская, мятлик длиннолистный, тимopheевка луговая, райграс высокий, луговик дернистый, полевица белая) – 2–2,5 т сухой массы с 1 га [13]. При проведении пастбы следят за состоянием растительного покрова, не допуская его чрезмерного стравливания и вытаптывания. При снижении высоты трав ме-

нее 10 см гурт перегоняют на другой участок, так как чрезмерное стравливание и вытаптывание пастбища снижает его продуктивность в дальнейшем. Общее количество циклов стравливания каждого пастбищного участка составляет не менее четырёх за пастбищный период.

Важным технологическим элементом пастбищного содержания считается продление периода выпаса за счет использования травостоя под покровом леса [8, 11]. При снижении продуктивности пастбищ в осенний период мясной скот охотно выпасается на лесных участках, потребляя траву, кустарниковую растительность и плоды деревьев (груша дичка, яблоки, желуди). Кроме того, на защищенных от ветра лесных участках весной раньше появляется травяная растительность и выпас скота в лесу позволяет экономить грубые корма, а животным восстановить запасы питательных веществ в организме.

Экономическая эффективность отрасли мясного скотоводства во многом зависит от организации кормления скота в зимний период. Для кормления всего поголовья мясного стада хозяйства в зимний период используют сено, заготовленное на сенокосных участках используемых пастбищ. В расчете на одну условную голову скота на весь стойловый период (декабрь, январь, февраль и первая половина марта), заготавливают 1,2 т сена. Ежегодно заготавливают 1 400 рулонов сена массой 250 кг каждый, общая масса заготавливаемого сена составляет 350 т. Заготовка сена ведется силами работников хозяйства и имеющейся техники. Хранение сена осуществляется в скирдах под открытым небом, что связано с отсутствием помещений для его хранения. Известно, что количество испорченного сена от гнили, плесени и потери питательных веществ в результате неправильного хранения может достигать 50 % в зависимости от способа хранения, качества и плотности тюков и рулонов при прессовании количества осадков и других факторов. В связи с этим в ближайших перспективных планах развития хозяйства – строительство современного сенохранилища на 432 т сена.

К элементам ресурсосберегающих технологий мясного скотоводства, применяемым в КФХ «Енин И.А.», можно отнести использование самокормушек для скармливания сена в стойловый период, в устройстве которых реализован принцип «животные к кормам». Использование самокормушек основано на том, что рулон прессованного сена с помощью погрузчика кладут в кормушку, освобождают от оболочки, веревок и животные самостоятельно потребляют корм, постепенно разматывая рулон. Преимуществами использования самокормушек являются снижение затрат труда при организации кормления и более эффективное использование кормов за счет снижения потерь и вытаптывания.

В течение всего года мясное стадо скота абердин-ангусской породы, включающее все половозрастные группы животных, содержится без использования капитальных построек: коровника, складских помещений, родильного отделения и др. (рис. 2).



Рисунок 2. Гурт мясного скота на пастбище

Figure 2. A herd of beef cattle on pasture

Стойловый период содержания скота в хозяйстве начинается с конца декабря. Гурт загоняют в стационарный загон площадью в 1 гектар. Оборудование загона для зимовки включает кормушки, незамерзающие поилки, ограждения из металлических труб. Для отдыха скота на возвышенной части загона устраивают курган (возвышенность) из земли, сена и навоза. На таких участках не задерживается влага – животные охотно отдыхают на них. Для укрытия в непогоду используются навесы, открытые с трех сторон. Навесы расположены таким образом, чтобы максимально обеспечить защиту животных от ветра, то есть со стороны господствующих ветров.

Созданные условия кормления и содержания животных определяют уровень их мясной продуктивности, основным показателем которой выступает живая масса. В таблице 1 представлены данные об изменении живой массы бычков в период выращивания.

Таблица 1

Живая масса бычков, кг (n = 30)

Table 1

Live weight of bull calves, kg (n = 30)

Возраст	Живая масса			Стандарт абердин-ангусской породы по живой массе
	lim	M±m	Cv, %	
при рождении	–	–	–	25
7 месяцев	170,9–218,2	195,01±6,96	19,54	185
12 месяцев	230,0–290,2	260,04±3,50	7,37	290
18 месяцев	350,8–415,2	380,00±3,53	5,09	400
24 месяца	430,0–490,0	470,04±2,87	3,35	510

Периодичность взвешивания молодняка в хозяйстве определяется принятой технологией. При рождении телят не взвешивают, так как отелы проходят на пастбище. Созданные условия пастбищного содержания скота в хозяйстве весьма благоприятны для молодняка и обеспечивают его интенсивное развитие. К 7-месячному возрасту чистопородные бычки абердин-ангусской породы достигают живой массы 195 кг и превосходят по данному показателю требования стандарта породы в среднем на 10 кг. К годовалому возрасту интенсивность роста животных снижается и живая масса бычков составляет 260 кг, что ниже требований стандарта породы на 30 кг. Спад интенсивности роста молодняка объясняется трудностями первой самостоятельной зимовки. В 18- и 24-месячном возрасте живая масса абердин-ангусских бычков достигает соответственно 380 и 470 кг, что ниже стандарта породы на 20 кг и 40 кг. При достижении бычками живой массы 450–500 кг их реализуют на мясо.

Характер изменения среднесуточных приростов бычков отражает возрастные и закономерности роста молодняка, а также влияние применяемой технологии (табл. 2).

Таблица 2

Среднесуточные приросты живой массы бычков, г (n = 30)

Table 2

Average daily gain in live weight of bull calves, g (n = 30)

Возраст	Среднесуточный прирост, г			Среднесуточный прирост по стандарту породы, г
	lim	M±m	Cv, %	
0–7 месяцев	770–850	809,00±27,13	18,44	762
7–12 месяцев	380–510	433,17±6,52	8,25	700
12–18 месяцев	560–780	659,83±11,60	9,63	600
18–24 месяца	430–590	495,00±8,16	9,03	500
0–24 месяца	530–690	608,83±8,39	7,55	664

С возрастом интенсивность роста бычков снижается. В периоды с 7 до 12 месяцев и с 18 до 24 месяцев существенное влияние на интенсивность роста оказывает зимовка в условиях, близких к природной среде. В целом за весь период выращивания до двухлетнего возраста приросты живой массы чистопородных абердин-ангусских бычков составляют 609 г.

Результаты изучения продуктивных качеств молодняка показывают, что принятая в хозяйстве технология производства продукции оказывает влияние на продуктивные качества животных. В возрасте 12, 18 и 24 месяцев живая масса абердин-ангусских бычков ниже стандарта породы соответственно на 30, 20 и 40 кг. На наш взгляд, некоторое отставание в росте животных в период выращивания является следствием применяемой малозатратной технологии кормления и содержания скота, а также отсутствием фазы откорма.

Окончательная оценка применяемой технологии может быть дана с учетом показателей экономической эффективности (таблица 3).

Таблица 3

Экономическая эффективность производства говядины в КФХ «Енин И.А.»

Table 3

Economic efficiency of beef production in the peasant farm enterprise “Enin I.A.”

Показатель	Значение
Численность мясного стада, условных голов	302
Себестоимость 1 ц говядины в живой массе, тыс. руб.	17,00
Произведено говядины в живой массе, ц	462,30
Цена реализации говядины 1 ц живой массы, тыс. руб.	20,00
Валовой доход, тыс. руб.	9246,00
Чистый доход, тыс. руб.	1386,9
Рентабельность, %	17,65

По итогам производственной деятельности КФХ «Енин И.А.» за 2022 год в хозяйстве было произведено 462,3 ц говядины в живой массе, или 1,5 ц на одну условную голову скота. С учетом средней цены реализации за 1 ц живой массы скота на уровне 20 000 руб. чистый доход от реализации продукции составил 1 386 900 руб., а уровень рентабельность производства – 17,6 %. Данный показатель уровня рентабельности следует считать приемлемым, так как обеспечивает доходность производственной деятельности предприятия, тогда как в целом по отрасли мясного в РФ он составляет 33,4 %, а в большинстве стран Европы мясное скотоводство убыточно (25–40 %) и субсидируется государством [3, 5, 8]. Достижение положительных экономических показателей производства говядины в хозяйстве во многом связано с применением ресурсосберегающих технологий, основанных на использовании природно-климатических условий региона и биологических особенностей мясного скота.

Заключение. Учитывая особенности природно-климатических условий многих регионов нашей страны, наиболее рациональным видом использования земельных угодий является развитие мясного скотоводства, в технологии которого главным элементом производства выступает пастбище. Это дает возможность получения при относительно небольших финансовых и трудовых затратах высококачественной экологически чистой говядины, чем и определяется важное народнохозяйственное значение отрасли.

Технологический процесс производства говядины в КФХ «Енин И.А.» организован с использованием основных принципов ведения отрасли мясного скотоводства и элементов ресурсосберегающих технологий, позволяющих свести к минимуму затраты на содержание животных без использования капитальных построек; максимально использовать ресурсы горных пастбищ в летний период при кормлении скота сеном зимой; организовать сезонное воспроизводство и выращивание молодняка по системе «корова-теленки» без проведения традиционного отъема телят. Применение ресурсосберегающих технологий в имеющихся хозяйственных условиях обеспечивает достижение бычками абердин-ангусской породы к двухгодовалому возрасту живой массы 470 кг, что несколько ниже значений породных требований и рекомендуемых в отрасли показателей [14, 15, 16], но компенсируется низкой себестоимостью получаемой продукции. Производство говядины по данной технологии с использованием скота абер-

дин-ангусской породы экономически выгодно и может быть рекомендовано для предприятий с низким уровнем технологического оснащения, но располагающими достаточным количеством дешевых кормов.

Список источников

1. Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах российской федерации (2020 год): [Сайт]. – URL: <https://vniiplem.com/home/> (дата обращения: 11.10.2022)
2. Концепция устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года: [Сайт]. – URL: <http://fncbst.ru/wp-content/uploads/2018> (дата обращения: 03.04.2023)
3. Мясное скотоводство России и перспективы его развития / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, В.В. Голембовский, С.С. Гостищев // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 4 (14). С. 53–60. DOI 10.25930/2687-1254/007.4.14.2021.
4. Acclimatization and productive qualities of American origin Aberdeen-Angus cattle pastured at the submontane area of the Northern Caucasus / D. Smakuyev, M. Shakhmurzov, V. Pogodaev [et al.] // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2021. Vol. 20, No. 7. P. 433–442. DOI 10.1016/j.jssas.2021.05.011.
5. Эффективность выращивания и откорма бычков абердин-ангусской породы при разной интенсивности производства говядины / В.В. Кулинцев, А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, Л.А. Шевхужева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 278–280.
6. Формирование мясной продуктивности бычков абердин-ангусской породы при различной длительности производственного цикла / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, Д.Р. Смакуев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 4 (40). С. 60–65.
7. Дикарев А.Г., З.Х. Моламусов Некоторые проблемы повышения экономической эффективности производства и использования кормов в условиях рынка // Вестник Академии знаний. 2018. № 26 (3). С. 121–126.
8. Сафонов, С. Н. Эффективные технологии мясного скотоводства в условиях Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 1 (45). С. 40–46.
9. Шевхужев, А.Ф., Погодаев В.А., Ковалева Г. П. Химический состав, физико-химические свойства мышечной и жировой ткани бычков абердин-ангусской породы при разной интенсивности производства говядины // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 4 (36). С. 154–160.
10. Body types of Aberdeen Angus bulls and their relationship with meat production / M. Shakhmurzov, A. Shevkhuzhev, V. Pogodaev [et al.] // Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021) : E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference, Nalchik, 18-19 марта 2021 года. Vol. 262. Nalchik, 2021. P. 02023. DOI 10.1051/e3sconf/202126202023.
11. Growth and development indices of AberdeenAngus bulls originating from sires of different body types / Mukhamed Shakhmurzov, Anatoly Shevkhuzhev, Vladimir Pogodaev, Vladimir Gukezhev, and Vitaly Vorokov // E3S Web of Conferences 262, 02024 (2021). ITEEA 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126202024>.

12. Shevkhuzhev, A. Influence of types of constitution on meat productivity bullets of Simmental breed / A. Shevkhuzhev, V. Pogodaev, D. Smakuev // E3S Web of Conferences : 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. Vol. 273. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2021. DOI 10.1051/e3sconf/202127302024.
13. Acclimatization and productive qualities of American origin Aberdeen-Angus cattle pastured at the submontane area of the Northern Caucasus / D. Smakuyev, M. Shakhmurzov, V. Pogodaev [et al.] // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2021. Vol. 20, No. 7. P. 433–442. DOI 10.1016/j.jssas.2021.05.011.
14. Погодаев, В.А., Сангаджиев Д.А. Особенности роста бычков калмыцкой мясной породы крупного рогатого скота, полученных от кроссов разных линий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 243–246. DOI 10.37670/2073-0853-2021-87-1-243-246.
15. Сангаджиев, Д.А., Погодаев В.А., Арилов А.Н. Мясная продуктивность бычков калмыцкой мясной породы, полученных при внутрилинейном подборе и кроссах линий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. № 1 (87). С. 251–256. DOI 10.37670/2073-0853-2021-87-1-251-256.
16. Шевхужев, А.Ф., Погодаев В.А. Мясная продуктивность бычков абердин-ангусской породы в зависимости от типа телосложения // Аграрный научный журнал. 2021. № 4. С. 48–52. DOI 10.28983/asj.y2021i4pp48-52.

References

1. Yearbook on breeding work in beef cattle breeding in the farms of the Russian Federation (2020): [Website]. – URL: <https://vniiple.com/home/> (access date: 11.10.2022).
2. The concept of sustainable development of beef cattle breeding in the Russian Federation for the period up to 2030: [Website]. – URL: <http://fncbst.ru/wp-content/uploads/2018> (access date: 03.04 2023).
3. Beef cattle breeding of Russia and prospects for its development / A. F. Shevkhuzhev, V. A. Pogodaev, V. V. Golembovskii, S. S. Gostishchev // Agricultural Journal. 2021. No. 4(14). P. 53–60. DOI 10.25930/2687-1254/007.4.14.2021.
4. Acclimatization and productive qualities of American origin Aberdeen Angus cattle pastured at the submontane area of the Northern Caucasus / D. Smakuyev, M. Shakhmurzov, V. Pogodaev [et al.] // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2021. Vol. 20, No. 7. P. 433–442. DOI 10.1016/j.jssas.2021.05.011.
5. Efficiency of growing and fattening of Aberdeen Angus bull calves with different beef production rates / V. V. Kulintsev, A. F. Shevkhuzhev, V. A. Pogodaev, L.A. Shevkhuzheva // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 4(72). P. 278–280.
6. Formation of meat productivity of Aberdeen Angus bull calves with different duration of the production cycle / A. F. Shevkhuzhev, V.A. Pogodaev, D. R. Smakuev [et al.] // Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev. 2018. No. 4(40). P. 60–65.
7. Dikarev A.G., Z.H. Molamusov Some problems of increasing the economic efficiency of production and use of feed in market conditions // Bulletin of the Academy of Knowledge. 2018. No. 26(3). P. 121–126.

8. Safonov, S. N. Effective technologies of beef cattle breeding in the Kurgan region // Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy. 2023. No.1 (45). P. 40–46
9. Shevkhuzhev, A. F., Pogodaev V.A., Kovaleva G. P. Chemical composition, physico-chemical properties of muscle and adipose tissue of Aberdeen Angus bull calves with different intensity of beef production // Problems of AIC development in the region. 2018. No. 4(36). P. 154–160.
10. Body types of Aberdeen Angus bulls and their relationship with meat production / M. Shakhmurzov, A. Shevkhuzhev, V. Pogodaev [et al.] // Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021) : E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference, Nalchik, March 18-19, 2021. Vol. 262. Nalchik, 2021. P. 02023. DOI 10.1051/e3sconf/202126202023.
11. Growth and development indices of Aberdeen Angus bulls originating from sires of different body types / Mukhamed Shakhmurzov, Anatoly Shevkhuzhev, Vladimir Pogodaev, Vladimir Gukezhev, and Vitaly Vorokov // E3S Web of Conferences 262, 02024 (2021). ITEEA 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126202024>.
12. Shevkhuzhev, A. Influence of types of constitution on meat productivity bullets of Simmental breed / A. Shevkhuzhev, V. Pogodaev, D. Smakuev // E3S Web of Conferences : 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021, Rostov-on-Don, February 24–26, 2021. Vol. 273. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2021. DOI 10.1051/e3sconf/202127302024.
13. Acclimatization and productive qualities of American origin Aberdeen Angus cattle pastured at the submontane area of the Northern Caucasus / D. Smakuyev, M. Shakhmurzov, V. Pogodaev [et al.] // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2021. Vol. 20, No. 7. P. 433–442. DOI 10.1016/j.jssas.2021.05.011.
14. Pogodaev, V. A., Sangadzhiev D. A. Growth features of Calmyk beef cattle bull calves obtained from crosses of different lines // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2021. No. 1(87). P. 243–246. – DOI 10.37670/2073-0853-2021-87-1-243-246.
15. Sangadzhiev, D. A., Pogodaev V.A., Arilov A.N. Meat productivity of Calmyk beef bull calves obtained by in-line selection and line crosses // Izvestia Orenburg State Agrarian University. – 2021. No. 1(87). P. 251-256. DOI 10.37670/2073-0853-2021-87-1-251-256.
16. Shevkhuzhev, A.F., Pogodaev V.A. Meat productivity of Aberdeen Angus bull calves depending on the type of body // Agrarian Scientific Journal. 2021. No. 4. P. 48-52. DOI 10.28983/asj.y2021i4pp48-52.

Сведения об авторах

Александр Геннадьевич Дикарев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»,
тел.: 8-961-52-93-155, e-mail: zoo-teh@yandex.ru, ORCID 0009-0008-4301-7124

Сергей Владимирович Свистунов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
тел.: 8-918-420-19-12, e-mail: svistunov@list.ru, ORCID 0000-0002-9098-9953

Иван Александрович Енин, магистрант факультета зоотехнии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», тел.: 8-918-423-39-30, e-mail: iaenin992@gmail.com, ORCID 0009-0008-0788-6189

Information about the authors

A. G. Dikarev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Farm Animals Breeding and Zootechnologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, tel. 8-961-52-93-155, e-mail: zoo-teh@yandex.ru ORCID 0009-0008-4301-7124

S. V. Svistunov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Farm Animals Breeding and Zootechnologies, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, tel. 8-918-420-19-12, e-mail: svistunov@list.ru ORCID 0000-0002-9098-9953

I. A. Enin, Master's degree student of the Faculty of Animal Science, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, tel. 8-918-423-39-30, e-mail: iaenin992@gmail.com ORCID 0009-0008-0788-6189

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 09.01.2024; одобрена после рецензирования 15.01.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 09.01.2024; approved after reviewing 15.01.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. №1 (17). С. 101-108
Agricultural journal. 2024. 17 (1). P.101-108

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.32/.38.082.2(470.63)

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.1.17.2024

**ОТБОР И ФОРМИРОВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ГРУПП В ПЛЕМЕННЫХ
СТАДАХ ТОНКОРУННЫХ ПОРОД ОВЕЦ, РАЗВОДИМЫХ
В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ**

Нина Ивановна Ефимова, Светлана Николаевна Шумаенко

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, Михайловск,
e-mail:info@fnac.ctnter

Аннотация. В ведущих племенных хозяйствах Ставропольского края на базе СПК «Племзавод Вторая пятилетка» Ипатовского района, СПК колхоз-племзавод «Путь Ленина», СПК КПЗ «Маньч», СХА (колхоз) «Родина» Апанасенковского района и СПК колхоз-племзавод им. Ленина Арзгирского района ежегодно проводится оценка продуктивных и племенных качеств тонкорунных пород овец. Целью наших исследований, представленных в статье, являлось создание и формирование популяции высокопродуктивных стад тонкорунных пород овец, сочетающих в себе высокую мясную и шерстную продуктивность, а также определение оптимальной структуры маточного стада. Объектом исследований стали матки селекционных групп в количестве 16252 головы и бараны-производители в количестве 2377 голов. Проведен анализ и изложены результаты исследований за пятилетний период по выявлению численности маток селекционных групп плановых, тонкорунных пород овец Ставропольского края: ставропольская, советский, маньчский, джалгинский и российский мясной мериносы. Установлено, что в племенных заводах Ставропольского края созданы популяции, пяти высокопродуктивных пород овец, сочетающие в себе высокие показатели продуктивности по мясу и шерсти. При этом селекционный дифференциал отборных маток овец тонкорунного направления продуктивности в племенных хозяйствах составляет по живой массе и настригу мытой шерсти 1-12,0 и 0,1-0,9 кг, или 6,0-20,0 и 2,2-21,4%, и эти показатели подтверждают характерный селекционный прогресс заводских стад овец. Используемые в селекционном процессе показатели продуктивности баранов-производителей, которые превосходят минимальные требования животных к I классу по живой массе на 19,0-50,0 или 24,4-66,7% и настригу мытой шерсти и 0,7-3,4 кг, или 12,7-75,0%, что достаточно положительно характеризует их генетический потенциал для ведущих племенных хозяйств Ставрополья.

Ключевые слова: овцы, селекционная группа, селекционное ядро, порода, живая масса, настриг чистой шерсти, селекционный дифференциал.

Для цитирования: Ефимова Н.И., Шумаенко С.Н. Отбор и формирование селекционных групп в племенных стадах тонкорунных пород овец, разводимых в Ставропольском крае // Сельскохозяйственный журнал. 2024. №1 (17). С. 101-108.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.1.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

SELECTION AND FORMATION OF SELECTION GROUPS IN PEDIGREE FLOCKS OF FINE WOOL SHEEP BREEDS BRED IN THE STAVROPOL TERRITORY**Nina I. Efimova, Svetlana N. Shumaenko**

Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk,
e-mail:info@fnac.center

Abstract. In the leading breeding farms of the Stavropol Territory on the basis of agricultural production co-operative “Breeding farm Vtoraia piatiletka” of the Ipatovsky District, agricultural production co-operative collective breeding farm “Put Lenina”, agricultural production co-operative collective breeding farm “Manych”, collective farm (kolkhoz) “Rodina” of the Apanasenskiy District and agricultural production co-operative collective breeding farm named after Lenin of the Arzgirsky District, the productive and breeding qualities of fine wool breeds of sheep are annually evaluated. The purpose of our researches, which were presented in the article, was to create and form a population of highly productive flocks of fine wool breeds of sheep, which combine high meat and wool productivity, as well as to determine the optimal structure of the breeding flock. The object of the research was ewes from the selection group in the amount of 16252 head and stud rams in the amount of 2377 head. The results of the research for a five-year period for determining the number of ewes of selection groups of planned, fine wool sheep breeds in the Stavropol Territory: Stavropol, Soviet, Manych, Dzhalginsky and Russian meat Merino were analyzed and presented. It was established that in breeding farms of the Stavropol Territory populations of five highly productive breeds of sheep, which combine high meat and wool productivity characteristics, were created. At the same time, the selection differential of selected ewes of fine wool breed in breeding farms is 1-12.0 and 0.1-0.9 kg of live weight and washed wool shearing, or 6.0-20.0 and 2.2-21.4%, and these parameters show the characteristic selection progress of breeding flocks of sheep. Productivity indicators of stud rams used in the breeding process, which exceed the minimum requirements of animals to the I class on live weight by 19.0-50.0 or 24.4-66.7% and pure wool shearing 0.7-3.4 kg, or 12.7-75.0%, which rather positively characterizes their genetic potential for the leading breeding farms of the Stavropol Territory.

Key words: sheep, selection group, nuclear stock, breed, live weight, pure wool shearing, selection differential.

For citation: Efimova N.I., Shumaenko S.N. Selection and formation of selection groups in pedigree flocks of fine wool sheep breeds bred in the Stavropol Territory // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (1). P. 101-108. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/010.1.17.2024

Введение. Увеличение продуктивных показателей тонкорунных пород овец и улучшение качества их продукции достигаются путем систематического отбора и подбора животных, обеспечивающих более эффективное использование генетического потенциала каждой породы [1].

В последние годы в племенных стадах тонкорунных пород овец Ставропольского края ведется целенаправленная селекционная работа по созданию высокопродуктивных групп селекционных групп маток, призванных обеспечивать свои стада необходимым количеством высокопродуктивного ремонтного молодняка, а излишки племенной продукции при этом реализуются в другие хозяйства.

С целью повышения эффективности селекционной работы со стадом тонкорунных пород овец необходимо масштабно использовать популяционно-генетические методы [2]. Одними из приоритетных направлений развития племенного дела в тонкорунном овцеводстве являются использование методологии BLUP и расчет индексов племенной ценности животных с учетом природно-климатических зон Ставропольского края. [3, 4]. Отбор по комплексу признаков способствует увеличению живой массы, настригу чистой шерсти и улучшению экстерьерных показателей овец. [5, 6].

Особое значение в селекционной работе со стадом тонкорунных овец, очевидно, приобретает обоснование оптимального объема селекционных групп маток. [7, 8]. Путем анализа различных моделей стада в хозяйствах Ставропольского края проводились анализ и исследования по определению необходимой численности животных селекционного ядра и селекционных групп включаемого в общий оборот стада тонкорунных пород овец. [9, 10]. При расчете оборота стада принимались усредненные параметры, характерные для племенных заводов, племенных репродукторов и товарных стад. Так, на 100 маток выход ягнят в племенных заводах составляет 105 %, в племенных репродукторах – 100 %, товарных стадах – 90 %. Традиционно принятый для маточного стада 4-5-летний интервал между поколениями обусловил ежегодный ремонт 20–25 % имеющегося поголовья; для стада баранов – 3-4-летний интервал между поколениями и ежегодный ремонт 20–30 % имеющегося поголовья [11, 12]. Удельный вес баранчиков, оставленных на племя и используемых для ремонта в племзаводах, составил 32 %, в племрепродукторах – 20 %, а ярок – 50 % и 60 % соответственно, санитарный отход – 3–5% [13].

Цель исследований заключалась в создании и формировании популяции высокопродуктивных стад тонкорунных пород овец, сочетающих в себе высокую мясную и шерстную продуктивность, а также в определении оптимальной структуры маточного стада.

Материалы и методы исследований. В период с 2019–2023 годы проведен анализ формирования селекционного ядра и селекционных групп в ведущих племенных заводах Ставропольского края тонкорунных пород овец на базе СПК «Племзавод Вторая пятилетка» Ипатовского района, СПК колхоз-племзавод «Путь Ленина», СПК КПЗ «Маньч», СХА (колхоз) «Родина» Апанасенковского района и СПК колхоз-племзавод им. Ленина Арзгирского района, осуществленный согласно рекомендациям «Методическое положение по созданию маток селекционного ядра и селекционных групп в племенных заводах Ставропольского края». В соответствии с Порядком и условиями проведения бонитировки племенных овец тонкорунных пород, полутонкорунных пород и пород мясного направления продуктивности Порядком и условиями проведения бонитировки племенных овец тонкорунных пород, полутонкорунных пород и пород мясного направления продуктивности проходила бонитировка овец. Полученные экспериментальные данные обрабатывались биометрическим методом с применением компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Во время проведения бонитировки овец определялись живая масса, длина, извитость, уравниенность и извитость шерсти, отбирались образцы шерсти для определения

тонины, а в период проведения стрижки учитывались индивидуальные настриги и выход чистого волокна. Для этого использовались общепринятые методики.

Результаты исследований и их обсуждение. Общая численность маток тонкорунных пород, отбираемых в селекционную группу, в ведущих племенных хозяйствах края за 5-летний период составила 16 252 головы – 10 % от общей численности маток анализируемых хозяйств (таблица 1).

Таблица 1
Характеристика маток, отбираемых в селекционную группу

Table 1

Characteristics of ewes sorted out for the selection group

Годы	Матки селекционной группы, голов	Живая масса, кг	Настриг чистой шерсти, кг	Превосходство над минимальными требованиями для I класса, %		Выход мытой шерсти, %
				по живой массе	по настригу чистой шерсти	
2019	3 580	55,5	3,6	26,1	38,5	63,3
2020	3 449	57,1	3,7	29,8	42,3	63,6
2021	2 831	59,2	4,1	32,4	59,7	60,5
2022	3 594	58,0	3,5	29,8	36,0	65,1
2023	2 798	58,8	4,0	33,6	55,0	63,8
Итого по тонкорунным породам	16 252	57,7	3,8	31,1	46,1	63,3

Селекционная группа маток превышает минимальные показатели продуктивности, согласно требованиям, для овец I класса по живой массе на 13,7 кг, или 31,1 %, по настригу мытой шерсти – на 1,2 кг, или 46,1 %. Селекционный дифференциал по этим породам составил: по живой массе и настригу мытой шерсти – 5,2 и 0,6 кг, или 9,9 и 18,8 %, соответственно; выходу мытого волокна – 63,3 %, что указывает на достаточно высокий уровень, селекционный дифференциал, которого составил 3,3 абс. %.

В племенных хозяйствах основное внимание уделено не только отбору и формированию маток селекционных групп, но и подбору к ним высокопродуктивных племенных баранов с устойчивой наследственностью (таблица 2).

Таблица 2
Характеристика баранов-производителей

Table 2

Characteristics of stud rams

Годы	Количество, голов	Живая масса, кг	Настриг чистой шерсти, кг	Превосходство над минимальными требованиями для I класса, %		Выход мытой шерсти, %
				по живой массе	по настригу чистой шерсти	
2019	458	108,5	7,8	44,7	41,8	65,7
2020	475	109,0	7,6	45,3	38,2	64,0
2021	491	109,5	8,0	44,3	47,3	63,3
2022	516	109,3	7,0	44,0	29,0	65,7
2023	437	108,0	7,4	43,6	34,5	66,0
Итого по тонкорунным породам	2 377	108,9	7,6	45,2	38,2	64,9

Данные таблицы показывают, что продуктивность оставленных в ведущих племенных стадах баранов-производителей ($n = 2\,377$) для ведения селекционной и племенной работы превышает минимальные требования по живой массе на 33,9 кг, или 45,2 %, а настригу чистой шерсти – на 2,1 кг, или 38,2 %.

Проведенные исследования позволяют отметить, что для собственного ремонта стада используется 1,1 % баранчиков, выращенных в племенных заводах, для ремонта стада в других племенных хозяйствах – 11,0 % баранчиков и в товарных стадах – 20 % животных. Потребность племенных заводов в ремонтных баранах при этом удовлетворяется полностью. Ремонт маточного стада в хозяйствах различных категорий обеспечивается за счет ярок, выращенных в своих стадах.

Изучение и моделирование допустимых вариантов племенных стад проведено по основным селекционируемым признакам продуктивности: живой массе и настригу чистой шерсти.

Из фактических показателей продуктивности наследуемости и изменчивости для ведущих племенных заводов края установлена оптимальная структура маточного стада, где селекционное ядро должно составлять 6–9 %, селекционная группа – 15–16 %. Селекционный дифференциал при этом структурном варианте маточного стада насчитывал: по живой массе – 5,2 кг, а по настригу чистой шерсти – 0,8 кг.

Комплектование отар, отобранных высокопродуктивных маток, проводится ежегодно в племенных хозяйствах края, особенно в последние годы, путем многократного отбора в разные возрастные периоды жизни животных: в 4,5 месяца, в 12 месяцев и в 2 года.

Разработаны отдельные требования к показателям продуктивности основных селекционируемых признаков для каждого возрастного периода. По результатам оценки лучшие по развитию и продуктивности животные формируются в отдельные отары.

Создаются отары ярок ежегодно из потомков маток селекционных групп обычно в 4,5-месячном возрасте. Животные в этот период должны иметь живую массу 25,0 кг и более, длину шерсти – не менее 4,5 см.

По результатам оценки в годовалом возрасте лучшие ярки формируются также в отдельные отары с предъявлением следующих требований к показателям продуктивности: живая масса – не менее 38 кг, настриг чистой шерсти – 2,6 кг и выше, длина шерсти – 10,0 см и более, тонина – от 18,1 до 22,0 мкм.

Окончательный отбор маток, а затем и их оценка по продуктивным и воспроизводительным качествам, чтобы пополнить и сформировать селекционные группы, осуществляются в два года.

Использование в основном для ремонта ярок-дочерей, полученных от маток селекционных групп, а также их многократный отбор в дальнейшем обеспечивают устойчивое закрепление высокой продуктивности по наследству.

Наиболее выгодным подтверждением этому служат данные таблицы 1, где показаны численность и продуктивность маток селекционных групп ведущих племенных заводов края за 2019–2023 годы. В отдельные отары формируют наиболее ценных по генотипу и фенотипу маток селекционных групп, выполняющих функции селекционного ядра. Именно в этих отарах маток проводятся заказные спаривания или подбор родительских пар с целью получения баранчиков для собственного ремонта стада. В отдельные годы их живая масса колебалась в пределах 52,5–65,0 кг, настриг чистой шерсти – 3,4–4,9 кг, длина шерсти – 10,0–13,5 см и тонина – 17,0–23,0 мкм.

Заключение. Констатируя вышеизложенное, следует отметить, что в племенных заводах Ставропольского края созданы популяции пяти высокопродуктивных пород овец, сочетающих в себе высокие показатели продуктивности по мясу и шерсти. При этом селекционный дифференциал отборных маток овец тонкорунного направления продуктивности в племенных хозяйствах составляет по живой массе и настригу мытой шерсти 1–12,0 и 0,1–0,9 кг, или 6,0–20,0 и 2,2–21,4 %, и эти показатели показывают характерный селекционный прогресс заводских стад овец. Используемые в селекционном процессе параметры продуктивности баранов-производителей, превосходящие минимальные требования к животным I класса по живой массе на 19,0–50,0 кг, или 24,4–66,7 % и настригу мытой шерсти – на 0,7–3,4 кг, или 12,7–75,0 %, что достаточно положительно характеризует их генетический потенциал для ведущих племенных хозяйств Ставрополья.

Список источников

1. Селекционный контроль качества молодняка овцематок катумской породы / Т.О. Дмитриева, Х.А. Амерханов, А.В. Егиазарян // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. №3. С. 52-54. DOI: 10.24411/0235-2451-2019.10313.
2. Ефимова Н.И., Шумаенко С.Н. Продуктивные особенности овец при внутри- и межлинейном подборе породы российский мясной меринос // Сельскохозяйственный журнал. 2023. №3(16). С. 60-67. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/006.3.16.2023.
3. Шумаенко С.Н., Ефимова Н.И. Селекционные достижения племенных качеств овец породы советский меринос в условиях Северного Кавказа // Сельскохозяйственный журнал. 2022. №3(15). С. 119-126. DOI: 10.25930/2687-1254/015.3.15.2022.
4. Оценка племенной ценности баранов-производителей методом BLUP / К.А. Катков, С.С. Бобрышов, Л.Н. Скорых, В.Б. Копылов, М.А. Афанасьев // Главный зоотехник. 2018. №5. С. 25-32.
5. Продуктивные показатели овец северокавказской мясо-шерстной породы и их взаимосвязь с основными селекционируемыми признаками / А.А. Омаров, С.И. Гайдашов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. №2 (196). С. 66-72.
6. Влияние селекционного процесса на динамику качественных показателей шерсти овец тонкорунных пород / Г.Т. Бобрышова, Г.В. Завгородняя, И.И. Дмитрик, Е.Г. Овчинникова // Сельскохозяйственный журнал, 2018. Т.4. №11. С. 50-56. DOI: 10.25930/nkxm-kh19.
7. Шерстная продуктивность и качество шерсти овец породы российский мясной меринос от внутри- и межлинейного подбора / Е.Н. Чернобай, А.И. Суров, О.А. Резун, О.Н. Онищенко, С.А. Олейник // Siberial Iournal of Sciences and Agriculture. 2023. Т.15. №1. с.179.207. DOI: 12731/2658-6649-2023-3-175-196.
8. Эффективность использования генетического потенциала баранов отечественного и импортного генофонда в условиях Ставропольского края и Саратовской области / Л.Н. Скорых, Н.В. Коник, Б.Б. Траисов // Вестник мясного скотоводства. 2015. №2(90). С. 27-32.
9. Эффективность вводного скрещивания овец породы маньчжский меринос с баранами австралийский мясной меринос / А.А. Омаров, С.С. Бобрышов, М.И. Захарина // Овцы, козы, шерстяное дело. 2022. №2. С. 25-27. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-25-27.

10. О генетическом потенциале мериносов Ставрополя / В.И. Трухачев, В.А. Мороз, М.И. Селионова // Овцы, козы, шерстяное дело. 2015. №4. С. 2-4.
11. Методическое положение по созданию маток селекционного ядра и селекционных групп в племенных заводах Ставропольского края» Ставрополь, 2011. 47 с.
12. Порядок и условия проведения бонитировки племенных овец тонкорунных пород, полутонкорунных пород и пород мясного направления продуктивности М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2013. 55 с.
13. Методические рекомендации по созданию и совершенствованию заводских типов, линий, семейств овец тонкорунных и полутонкорунных мясо-шерстных пород. // М. 1984. 32 с.

References

1. Dmitrieva T.O., Amerkhanov H.A., Egiazarian A.V. Selective quality control of young ewes of the Katuma breed // Achievements of Science and Technology of AIC. 2019. V. 33. No. 3. P. 52-54. DOI: 10.24411/0235-2451-2019.10313.
2. Efimova N.I., Shumaenko S.N. Productive parameters of sheep in intra- and interline selection of Russian meat merino breed // Agricultural Journal. 2023. No. 3 (16). P. 60-67. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/006.3.16.2023.
3. Shumaenko S.N., Efimova N.I. Selection achievements of pedigree characteristics of Soviet merino sheep breed in the conditions of North Caucasus // Agricultural Journal. 2022. No. 3(15). P. 119-126. DOI: 10.25930/2687-1254/015.3.15.2022.
4. Evaluation of the breeding value of stud rams using the BLUP method / K.A. Katkov, S.S. Bobryshov, L.N. Skorykh, V.B.Kopylov, M.A. Afanasev // Head of Animal Breeding. 2018. No. 5. P. 25-32.
5. Productive parameters of sheep of the North Caucasian meat and wool breed and their relationship with the main selection traits / A.A. Omarov, S.I. Gaidashov // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2021. No. 2 (196). P. 66-72.
6. Influence of the selection process on the dynamics of wool quality characteristics of fine wool sheep / G.T. Bobryshova, G.V. Zavgorodniaia, I.I. Dmitrik, E.G. Ovchinnikova // Agricultural Journal, 2018. V.4. No. 11. P. 50-56. DOI: 10/25930/nkxm-kh19.
7. Wool productivity and quality of Russian meat Merino sheep from intra- and interline selection / E.N. Chernobai, A.I. Surov, O.A. Rezun, O.N. Onishchenko, S.A. Oleinik // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. V.15. No.1. P.179-207. DOI: 12731/2658-6649-2023-3-175-196.
8. Efficiency of using the genetic potential of rams from the domestic and imported gene pool in the conditions of the Stavropol Territory and the Saratov Region / L.N. Skorykh, N.V. Konik, B.B. Traisov // Herald of beef cattle breeding. 2015. No. 2(90). P. 27-32.
9. Effectiveness of breeding method of introducing new blood of Manych Merino sheep with Australian meat Merino rams / A.A. Omarov, S.S. Bobryshov, M.I. Zakharina // Sheep, goats, wool business. 2022. No. 2. P. 25-27. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-25-27.
10. On the genetic potential of Merino sheep in the Stavropol Territory / V.I. Trukhachev, V.A. Moroz, M.I. Selionova // Sheep, goats, wool business. 2015. No. 4. P. 2-4.
11. Methodological regulations for the creation of ewes of the nuclear stock and selection groups in breeding farms of the Stavropol Territory, Stavropol, 2011. 47 p.

12. Procedure and conditions for the assessment of breeding sheep of fine wool breeds, semi-fine wool breeds and meat type breeds M.: Federal State Scientific Institution "Rosinformagrotekh", 2013. 55 p.
13. Methodological recommendations for the creation and improvement of breed types, lines, families of sheep of fine wool and semi-fine wool mutton-wool breeds. // M. 1984. 32 p.

Информация об авторах

Нина Ивановна Ефимова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства, Тел.: +79097533999 E – mail: efimova.60@mail.ru, ORCID 0000-0002-2328-0805

Светлана Николаевна Шумаенко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории овцеводства с сектором козоводства и пастушеского собаководства, Тел.: +79624327250 E-mail: shumaenko71@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2113-5740

Information about the authors

N.I. Efimova, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Sheep breeding laboratory with goat and herding dog breeding sectors, Tel.: +79097533999, E-mail: efimova.60@mail.ru, ORCID 0000-0002-2328-0805

S. N. Shumaenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Sheep breeding laboratory with goat and herding dog breeding sectors, Tel.: +79624327250, E-mail: shumaenko71@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2113-5740

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 27.02.2024; одобрена после рецензирования 10.03.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 27.02.2024; approved after reviewing 10.03.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 109-119
Agricultural journal. 2024; 17 (1). P. 109-119

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 637.07

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.1.17.2024

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МОЛОКА – СЫРЬЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

**Екатерина Викторовна Жукова, Елизавета Дмитриевна Савина,
Полина Александровна Кореневская, Ольга Николаевна Пастух**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва. E-mail: pastukh.on@rgau-msha.ru

Аннотация. Сохранение генетических ресурсов продуктивных животных – один из важнейших вопросов на сегодняшний момент. В последнее время наблюдалось сильное снижение численности поголовья скота, особенно чистокровного. Такие отечественные породы крупного рогатого скота, как красно-степная, ярославская, костромская породы, местный якутский скот и др., находятся на грани исчезновения. Российская Федерация всегда являлась страной, обладающей уникальным генетическим ресурсом сельскохозяйственных животных, используемым с целью создания новых пород. Для обеспечения качества продуктов питания, в частности молочных продуктов, необходимо строго контролировать производство молока как сырья для переработки. Научно-производственный опыт проводился в условиях кафедр молочного и мясного скотоводства и технологии хранения и переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Молоко-сырье коров черно-пестрой, холмогорской, ярославской и костромской пород поступало из хозяйств Ярославской и Ивановской областей. По статистике, в 83 % регионах России содержится скот голштинской породы, а на разведение животных черно-пестрой породы приходится 63 % от всех регионов России, занимающихся племенным разведением крупного рогатого скота. В результате проведенных исследований расход молока-сырья на выработку 1 кг сливочного масла был достоверно ниже у коров ярославской породы на 22,3 %, а у холмогорской – на 15,7 %, по сравнению с черно-пестрыми сверстницами. Качество молока коров костромской породы достоверно превышает показатели молока коров черно-пестрой породы и характеризуется более высокими показателями массовой доли белка, жира и минеральных веществ. Анализ молочной продуктивности животных и оценка физико-химических и технологических свойств молока-сырья свидетельствуют: животные отечественных генофондных пород обладают высокими показателями молочной продуктивности, что делает их молоко ценным сырьем для производства высококачественных, безопасных и функциональных молочных продуктов.

Ключевые слова: генофондные хозяйства, племенные хозяйства, черно-пестрая порода, холмогорская порода, ярославская порода, костромская порода, молоко-сырье, технологические свойства, простокваша Мечниковская, сливочное масло, сыр-брынза.

Для цитирования: Жукова Е.В., Савина Е.Д., Корневская П.А., Пастух О.Н. Качественная оценка молока – сырья отечественных пород крупного рогатого скота // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 109-119.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.1.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

QUALITATIVE ASSESSMENT OF MILK – RAW MATERIAL OF DOMESTIC CATTLE BREEDS

Ekaterina V. Zhukova, Elizaveta D. Savina, Polina A. Korenevskaya, Olga N. Pastukh
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy”, Russia, Moscow.
E-mail: pastukh.on@rgau-msha.ru

Abstract. Currently, the conservation of genetic resources of productive animals is one of the most important issues. Recently, there has been a strong decline in the number of livestock, especially purebreds. Such domestic breeds of cattle as Red Steppe, Yaroslavl, Kostroma, local Yakut cattle, etc. are on the verge of extinction. The Russian Federation has always been a country with a unique genetic resource of farm animals, which have been used to create new breeds. In order to ensure the quality of food products, in particular dairy products, it is necessary to strictly control the production of milk as a raw material for processing. Scientific and production experiment was carried out in the Departments of Dairy and Beef Cattle Breeding and Technology of Storage and Processing of Animal Products in “Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy”. Raw milk from Black Pied, Kholmogorskaya, Yaroslavl and Kostroma breeds of cows came from farms of the Yaroslavl and Ivanovo regions. According to statistics, 83% of Russian regions breed Holstein cattle. The breeding of Black Pied breed accounts for 63% of all Russian regions, which are involved in cattle breeding. As a result of the research, the consumption of raw milk for the production of 1 kg of butter was significantly lower in cows of the Yaroslavl breed by 22,3%, and in cows of the Kholmogorskaya breed by 15,7%, in comparison with their Black Pied herdmates. The quality of milk from cows of the Kostroma breed significantly exceeds the parameters of milk from cows of the Black Pied breed and is characterized by higher mass fractions of protein, fat and minerals. The analysis of the milk yield of animals and an assessment of the physicochemical and technological properties of raw milk indicate that animals of domestic genepool breeds have high levels of milk productivity, which makes their milk a valuable raw material for the production of high-quality, safe and functional dairy products.

Key words: genepool farms, breeding farms, Black Pied breed, Kholmogorskaya breed, Yaroslavl breed, Kostroma breed, raw milk, processing characteristics, Metchnikovskaya curdled milk, butter, brynza cheese.

For citation: Zhukova E.V., Savina E.D., Korenevskaya P.A., Pastukh O.N. Qualitative assessment of milk – raw material of domestic cattle breeds // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (1). P. 109-119. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.1.17.2024

Введение. Совершенствование и дальнейшее развитие молочного скотоводства на данный момент является неотделимой составляющей продовольственной безопасности нашей страны [1–3]. Особое место в решении задачи повышения производства молока-сырья принадлежит отечественным породам крупного рогатого скота молочного направления продуктивности [4, 5]. Перед специалистами, занимающихся совершенствованием пород скота молочного направления, ставится задача разрабатывать новые планы селекционно-племенной работы, которые будут базироваться не только на традиционных, но и на современных методах селекции [6–8]. Осуществление данных мероприятий позволит улучшить генетический потенциал молочной продуктивности коров, сохраняя при этом не только высокое качество молока, но и приведет к увеличению срока продуктивного использования животных, а также будет содействовать повышению конкурентоспособности отечественных пород перед зарубежными [5, 9].

Истощение природных ресурсов, рост населения, снижение объема сельскохозяйственного производства заставляет человечество искать иные пути развития: новые виды энергии, сырья, интенсификацию производства продуктов питания. Но часто стремление увеличить количество получаемой продукции негативно отражается на ее качестве, и в первую очередь это касается продуктов питания [10, 11]. С каждым годом в рационе современного человека снижается количество качественных продуктов питания, но увеличивается доля простых углеводов, рафинированных продуктов, синтетических жиров, консервированных изделий. Последствием потребления таких продуктов питания становится постоянный рост сердечно-сосудистых заболеваний, метаболических нарушений, снижение иммунитета, продолжительности и качества жизни, вызывая реальную озабоченность исследователей и врачей всего мира [10]. На сегодняшний день огромное количество людей в развитых странах мира имеет дефицит белка в рационе, связанного и с используемыми системами питания, и со снижением функции ферментных систем, которые могут дать взрывной рост аутоиммунных заболеваний, увеличивающихся с каждым годом [12].

Молоко и молочные продукты являются наиболее ценными для питания людей всех возрастов и содержат практически весь спектр незаменимых аминокислот, жирных кислот и других полезных веществ. Молочный белок – один из доступных и легкоусвояемых видов животного белка [12, 14].

При условии сохранения и совершенствования местных пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности можно решить целый ряд проблем продовольственной безопасности и обеспечить население качественными, биологически полноценными продуктами питания [10, 15]. Цель данных исследований – сравнительная оценка молочной продуктивности, качества и технологических свойств молока коров разных пород, разводимых в центральной зоне России.

Материал и методы исследований. Научно-производственный эксперимент был проведен на кафедре молочного и мясного скотоводства и технологии хранения и переработки продуктов животноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектами исследования стали животные и молоко-сырье, полученные от коров из крестьянско-фермерских хозяйств Ярославской и Ивановской областей.

Результаты исследований и их обсуждение. Сводные данные по молочному скотоводству центрального региона России приведены в таблице 1. В составлении этих данных участвовали 65 регионов России, на их долю пришлось 971 племенное хозяйство. Только 15 хозяйств занимаются чистопородным разведением в пределах породы: по одному генофондному хозяйству приходится на бестужевскую и истобенскую породы коров, по два хозяйства – на холмогорскую и красную степную породы, три генофондных хозяйства – на горный скот Дагестана и пять генофондных хозяйств – на кавказскую бурую породу крупного рогатого скота.

Таблица 1

Основные молочные породы крупного рогатого скота,
разводимые на территории центрального региона России
(по данным ФГБНУ «ВНИИПлем», 2022 г.)

Table 1

Main dairy cattle breeds, which are bred in the central region of Russia
(according to the FSBSI “All-Russian research institute of animal breeding”, 2022)

Порода крупного рогатого скота	Количество регионов	Количество хозяйств, шт./%		Поголовье коров, гол.
		племенных	генофондных	
Голштинская	54	490/50	0	764 303
Черно-пестрая	41	191 20	0	143 424
Холмогорская	10	48 5	2/13	34 879
Ярославская	5	28/3	0	14 439
Костромская	3	8/1	0	2 776

В 54 регионах России из 65, участвующих в статистике, разводится голштинская порода крупного рогатого скота, а на долю черно-пестрой породы приходится 63 % от всех регионов России, занимающихся племенным разведением крупного рогатого скота [1, 3].

В таблице 2 приведены результаты оценки молочной продуктивности, качества молока холмогорской, ярославской и черно-пестрой (голштинизированной) пород при выработке сливочного масла.

Животные ярославской и холмогорской пород уступали черно-пестрым (голштинизированным) животным по удою, но превосходили их по качественным показателям молока: массовой доли белка, жира, минеральному составу. В молоке коров исследуемых пород отмечались достоверные групповые различия по показателям дисперсности жировых шариков. Более высокая концентрация и диаметр находились в молоке коров ярославской породы. Данный факт определил выход сливок и расход сырья на выработку 1 кг сливочного масла, который оказался достоверно ниже у ярославской породы на 22,3 %, а у холмогорской – на 15,7 %, по сравнению с черно-пестрыми сверстницами.

В данном исследовании осуществляли определение в плазме масла концентрации таких аминокислот, как фенилаланин и тирозин. Данные аминокислоты имеют антирадикальную активность, благодаря чему повысится стойкость масла во время хранения, а также увеличится интенсивность сливочного аромата масла. В плазме масла из молока коров ярославской породы наблюдалось большее количество фенилаланина, а в плазме масла из молока коров холмогорской породы – больше тирозина. Все это поло-

жительно влияет на срок хранения масла при соответствующей температуре (минус 18 °С). При органолептической оценке наивысшую оценку (19,8 баллов) получило масло из молока коров ярославской породы. При этом все дегустаторы отметили более яркий вкус и аромат этого продукта.

Таблица 2

Молочная продуктивность и технологические свойства молока

Table 2

Milk productivity and technological properties of milk

Показатель	Порода коров		
	черно-пестрая (более 75 % КГП)	холмогорская	ярославская
<i>Молочная продуктивность</i>			
Удой за 305 дней лактации, кг	8 720±390	7 050±278	5 250±210
Массовая доля в молоке, %:			
– жира	3,47±0,09	3,79±0,08**	4,47±0,07***
– белка	3,20±0,03	3,15±0,03	3,42±0,02**
– лактозы	4,70±0,10	4,78±0,11	4,77±0,01
– минер. в-в	0,67±0,33	0,70±0,037	0,74±0,032
Кислотность, °Т	16,61±0,17	16,80±0,16	16,24±0,18
Количество жировых шариков в 1 мл, млн шт.	3,57±0,06	3,69±0,07	3,78±0,08**
Средний диаметр жировых шариков, мкм	3,78±0,08	3,92±0,05	4,10±0,06***
<i>Сливочное масло</i>			
Расход молока на 1 кг масла	24,2±0,19	22,3±0,17*	18,8±0,18***
Массовая доля в масле, %:			
– жира	82,5±0,29	82,5±0,15	82,5±0,31
– влаги	15,9±0,33	15,7±0,21	15,3±0,44
Оценка масла, балл	17,3±0,54	17,9±0,71	19,8±0,70**
Массовая доля в плазме масла, %:			
– тирозина	1,96	2,98	2,79
– фенилаланина	2,97	3,85	4,28
Массовая доля в пахте, %:			
– жира	0,67±0,02	0,57±0,02	0,53±0,02
– белка	3,15±0,04	3,30±0,03*	3,33±0,03*
<i>Простокваша из пахты</i>			
Время образования сгустка, час	6,54±0,35	6,83±0,20	5,66±0,41
Синерезис, мл (через 24 часа)	38,66±0,20	37,33±0,41	32,33±0,82 *
Кислотность простокваши, °Т	82,31±1,77	82,23±1,08	82,66±0,82
Оценка простокваши, балл	8,76±0,04	8,83±0,05	9,73±0,04*

В пахте (побочном продукте при выработке масла) холмогорской и ярославской пород коров отмечено наибольшая массовая доля белка. Белок пахты в основном представлен мембранами жировых шариков, белковые компоненты которого (фосфолипиды – *фосфатидилсерин* и *сфингомиелин*) обладают антипролиферативными свойствами, предотвращают нейродегенеративные заболевания, что в перспективе позволяет использовать данный продукт как в свежем, так и в ферментированном виде в качестве функционального продукта и в виде пищевых добавок [10, 15]. Из пахты, подученной при выработке сливочного масла, была проведена выработка простокваши. Продукт из пахты, полученной из молока ярославской породы, отличался быстрым образованием сгустка, низким синерезисом и более плотным сгустком, что повлияло на получение наивысшего балла при проведении дегустационной оценки готового продукта (9,73 балла). Переработка вторичных продуктов, в частности пахты, способствует снижению себестоимости основного продукта, то есть сливочного масла, что, в свою очередь, повышает уровень рентабельности производства.

В таблице 3 приведены результаты сравнительной оценки качества молока черно-пестрой (голландизированной) и костромской пород на примере выработки кисломолочных напитков и сыра-брынзы.

При более низкой молочной продуктивности коров костромской породы (6 050 кг молока за лактацию) качество молока от этих животных достоверно превышает показатели молока коров черно-пестрой породы. При этом молоко коров костромской породы характеризовалось более высокими показателями массовой доли белка, жира и минеральных веществ. В молоке коров костромской породы отмечался больший диаметр мицелл казеина, что положительно повлияло на сычужную свертываемость, качество сырного сгустка и выход сыра-брынзы. Все эти показатели значительно с достоверной разностью превышали те же результаты коров черно-пестрой породы.

Работая с костромской породой, селекционеры указывают на то, что молоко коров данной породы отлично подходит для выработки сыров [16]. На базе регионального информационно-селекционного центра (РИСЦ) при Костромской ГСХА проводились исследования ДНК коров костромской породы, показавшие, что в генотипе коров этой породы более 60 % встречается β -аллель, в то время как у животных других пород встречаемость этого аллеля составляет всего 10–20 % [17].

Для определения качества мечниковской простокваши оценивали время образования сгустка в молоке (активность свертывания), титруемую кислотность, влагоудерживающую способность (синерезис), текстуру сгустка. В молоке коров костромской породы быстрее образовывался сгусток при ферментации и само молоко отличалось более высокими показателями, характеризовавшими свойства сгустка – синерезис, кислотность, количество сыворотки. Таким образом, готовый продукт – Простокваша Мечниковская, выработанная из молока коров костромской породы, – имел более плотный сгусток, хорошую консистенцию и не расслаивался во время созревания и хранения. При молочнокислом брожении в молоке коров костромской породы активнее нарастала биомасса клеток закваски, поэтому высокие титры молочнокислых организмов в готовых ферментированных продуктах ($5,7 \times 10^7 \pm 0,25$), возможно, связаны с большим разнообразием белкового питания для кисломолочных бактерий.

Таблица 3

Физико-химические и технологические свойства молока коров

Table 3

Physico-chemical and technological properties of cow's milk

Показатель	Порода коров	
	черно-пестрая (более 75% КГП)	костромская
<i>Молочная продуктивность</i>		
Удой за 305 дней лактации, кг	8 750±365	6 050±223
<i>Молоко-сырье</i>		
Массовая доля в молоке, %:		
– сухое вещество	12,53±0,26	13,22±0,17
– жира	3,45±0,19	3,85±0,18***
– белка	3,25±0,07	3,57±0,04***
– лактозы	4,70±0,05	4,73±0,03
– минер. в-в	0,71±0,03	0,82±0,04
Количество соматических клеток, тыс./см ³	99,4±53,1	109,1±84,2
Плотность, г/см ³	29,53±0,64	30,61±0,45
Кислотность, °Т	16,75±0,34	17,04±0,35
Диаметр мицелл казеина, нм	62,65	73,33
<i>Сыр-брынза</i>		
Крепость сычужного фермента, сек.	130,66±6,38	112,33±1,78*
Продолжительность свертывания, мин.	45,33±1,78	38,24±1,68*
Расход молока на 1 кг сыра, кг	7,63±0,18	6,23±0,18**
Органолептическая оценка сыра, балл	41,59±0,48	46,88±0,53***
Массовая доля в сыре, %:		
– влаги	63,33±1,08	60,04±1,41
– жира	19,26±0,74	22,35±0,83
Массовая доля в сыворотке, %:		
– жира	0,86±0,04	0,69±0,05
– белка	1,13±0,18	0,97±0,17
<i>Простокваша Мечниковская</i>		
Синерезис, мл (через 24 часа)	48,33±1,08	39,54±0,71*
Кислотность простокваши, °Т	84,67±1,78	89,03±1,22
Количество микро-в в готовом продукте, КОЕ/г	3,5 x 10 ⁷ ±0,35	5,7 x 10 ⁷ ±0,25***
Оценка простокваши, балл	8,73±0,07	9,95±0,06***

По итогам проведенных анализов продуктов на анализаторе текстуры (прибор Brookfield CT3) определялись показатели Work и Peak load, по которым судят о механической прочности сгустка. Чем больше значение этих показателей, тем плотнее сгусток. Исходя из этого, сгусток готового продукта из молока коров костромской породы характеризовался более плотной консистенцией, нежели сгусток из молока коров черно-пестрой породы. Также стоит обратить внимание на то, что консистенция просто-

кваша из молока коров костромской породы становится более прочной с течением времени (после периода созревания), что положительно повлияло на оценку при проведении дегустации.

Заключение. В целом, по сравнению с молоком коров черно-пестрой (голландизированной) породы, по комплексу показателей молоко-сырье коров холмогорской, ярославской и костромской пород является биологически более полноценным сырьем для производства молочных продуктов: сыра, масла и кисломолочных продуктов. При достаточно высоком качестве готовых продуктов переработка молока коров данных пород более эффективна.

Список источников

1. Паронян, И.А. Современное состояние генофонда молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота в Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 6. С. 79–83. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10615. EDN NPVCVQ.
2. Ковалева, Г.П. Селекционно-генетическая оценка семейств голштинской породы молочного скота Ставропольской популяции / Г.П. Ковалева, Н.В. Сулыга, М.Н. Лапина // Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 1 (16). С. 61–69. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.1.16.2023. EDN YAGWYV.
3. Паронян, И.А. Состояние пород молочного скота отечественной селекции, пути сохранения и совершенствования их генофонда // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2019. № 9. С. 41–48. DOI 10.26155/vet.zoo.bio.201909007. EDN RCVDFK.
4. Фирсова Э.В. Сохранение холмогорской породы крупного рогатого скота / Э.В. Фирсова, А.С. Митюков // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 4. С. 77–83.
5. Кулинцев, В.В. Эффективность выращивания и откорма молодняка симментальской породы при разных технологиях содержания и кормления / В.В. Кулинцев, А.Ф. Шевхужев, Н.А. Дорохин // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3 (15). С. 96–111. DOI 10.25930/2687-1254/013.3.15.2022. EDN JDTGPB.
6. Тамарова Р.В. Тенденции развития молочного скотоводства в Ярославской области в условиях рыночной экономики // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 1 (61). С. 42–53. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.005. EDN EWWAXD.
7. Козлова, Н.Н. Мясные качества скота шаролеизской породы и ее помесей / Н.Н. Козлова // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 2 (15). С. 66–73. DOI 10.25930/2687-1254/008.2.15.2022. EDN UCGEKD.
8. Характеристика аллелофонда холмогорской породы крупного рогатого скота с использованием STR-маркеров / В.В. Волкова, О.С. Романенкова, Т.Е. Денисова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 7. С. 3–7. EDN AEVYPA.
9. Авзалов, М.Р. Прогнозируемые перспективы развития отрасли молочного скотоводства в Республике Башкортостан // Российский электронный научный журнал. 2018. № 2 (28). С. 226–239. DOI 10.31563/2308-9644-2018-28-2-226-239. EDN XVJHFB.
10. Сидоренко, О.Д. Ситология и лактоотерапия / О.Д. Сидоренко, Е.В. Жукова: ООО «Научно-издательский центр Инфра-М», 2023. 218 с.
11. Shilov A. I., Lyashuk R. N. Milk production on a modern dairy farm // Bulletin of Agrarian

Science. 2021. №3 (90). С. 101–106. DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.3.101.

12. Development of formulation for soft cheese based on milk from animals of different species / A. S. Shuvarikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, 29-30 марта 2021 года. Omsk City, 2022. P. 012070. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012070. EDN EHVBJK.

13. Кремянская Е.В. Сравнительный анализ и современные тенденции производства молока в России и Краснодарском крае // Вестник Академии знаний. 2020. № 40 (5). С. 196–202. ISSN 2304-6139.

14. Estimation of composition, technological properties, and factor of allergenicity of cow's, goat's and camel's milk / A. S. Shuvarikov [et al.] // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. 2019. No. 6(382). P. 64–74. DOI 10.32014/2019.2518-1467.146. EDN HYNRAL.

15. Сидоренко, О.Д. Особенности взаимодействия микроорганизмов в ферментированном молоке // Все о мясе. 2020. № 5S. С. 329–332. DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-329-332. EDN KNYIOU.

16. Племенная база костромской породы крупного рогатого скота – состояние, проблемы и перспективы / А.А. Королёв, Н.С. Баранова, И.И. Кузьменков, Д.С. Казаков // Вестник АПК Верхневолжья. 2023. № 3 (63). С. 27–36. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.003. EDN VYPXTZ.

17. Чаицкий, А.А. Оценка реализации биологического потенциала у крупного рогатого скота костромской породы с различными аллельными вариантами гена бета-казеина / А.А. Чаицкий, Н.С. Баранова // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 2 (54). С. 22–28.

References

1. Paronian, I. A. Current state of the gene pool of dairy and dairy and beef cattle breeds in the Russian Federation // Achievements of Science and Technology of AIC. 2020. V. 34, No. 6. P. 79–83. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10615. EDN NPVCVQ.

2. Kovaleva, G. P. Selection and genetic assessment of the Holstein breed families of dairy cattle of the Stavropol population / G.P. Kovaleva, N.V. Sulyga, M.N. Lapina // Agricultural Journal. 2023. No. 1(16). P. 61–69. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/007.1.16.2023. EDN YAGWYV.

3. Paronian, I. A. State of dairy cattle breeds of domestic breeding, ways to preserve and improve their gene pool // Veterinary, Zootechnics and Biotechnology. 2019. No. 9. P. 41–48. DOI 10.26155/vet.zoo.bio.201909007. EDN RCVDFK.

4. Firsova E.V. Preservation of the Kholmogorsky cattle breed / E.V. Firsova, A.S. Mitiukov // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2017. No.4. P. 77–83.

5. Kulintsev, V. V. Efficiency of growing and fattening young animals of Simmental breed with different technologies of keeping and feeding / V.V. Kulintsev, A.F. Shevkhuzhev, N.A. Dorokhin // Agricultural Journal. 2022. No. 3(15). P. 96–111. DOI 10.25930/2687-1254/013.3.15.2022. EDN JDTGPB.

6. Tamarova R. V. Development tendency of dairy cattle breeding in the Yaroslavl region in a market economy // Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region. 2023. No. 1 (61). P. 42–53. DOI 10.35694/YARCX.2023.61.1.005. ED EDWARD.

7. Kozlova, N. N. Beef qualities of cattle of the Charolais breed and its crossbreeds / N.

- N. Kozlova // Agricultural Journal. 2022. No. 2(15). P. 66–73. DOI 10.25930/2687-1254/008.2.15.2022. EDN UCGEKD.
8. Assessment of the allele pool of the Kholmogorsky cattle breed with using STR Markers / V.V. Volkova, O.S. Romanenkova, T.E. Deniskova [et al.] // Dairy and beef cattle farming. 2019. No. 7. P. 3–7. EDN AEVYPA.
9. Avzalov, M. R. Projected prospects for the development of the dairy cattle industry in the Republic of Bashkortostan // Russian electronic scientific journal. 2018. No. 2(28). P. 226–239. DOI 10.31563/2308-9644-2018-28-2-226-239. EDN XVJHFB.
10. Sidorenko, O. D. Sitology and lactotherapy / O.D. Sidorenko, E.V. Zhukova: ООО “Infra-M Scientific Publishing Center”, 2023. 218 p.
11. Shilov A. I., Lyashuk R. N. Milk production on a modern dairy farm // Bulletin of Agrarian Science. 2021. No. 3 (90). P. 101–106. DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.3.101.
12. Development of formulation for soft cheese based on milk from animals of different species / A. S. Shuvarikov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, March 29-30, 2021. Omsk City, 2022. P. 012070. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012070. EDN EHVBKJ.
13. Kremianskaia E. V. Comparative analysis and modern trends in milk production in Russia and the Krasnodar Territory // Bulletin of the Academy of Knowledge. 2020. No. 40 (5). P. 196–202. ISSN 2304-6139.
14. Estimation of composition, technological properties, and factor of allergenicity of cow's, goat's and camel's milk / A. S. Shuvarikov [et al.] // Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 2019. No. 6(382). P. 64–74. DOI 10.32014/2019.2518-1467.146. EDN HYNRAL.
15. Sidorenko, O. D. Characteristics of the interaction of microorganisms in fermented milk // All about meat. 2020. No. 5S. P. 329–332. DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-329-332. EDN KNYIOU.
16. Breeding base of the Kostroma cattle breed – state, problems and prospects / A.A. Korolev, N.S. Baranova, I.I. Kuzmenkov, D.S. Kazakov // Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region. 2023. No. 3(63). P. 27–36. DOI 10.35694/YARCX.2023.63.3.003. EDN VYPXTZ.
17. Chaitskii, A.A. Evaluation of the realization of biological potential in Kostroma cattle with various allelic variants of the beta-casein gene / A.A. Chaitskii, N.S. Baranova // Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region. 2021. No. 2(54). P. 22–28.

Информация об авторах

Екатерина Викторовна Жукова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры молочного и мясного скотоводства. Тел.: +7(910)415-34-22,
e-mail: e.zhukova@rgau-msha.ru

Елизавета Дмитриевна Савина, лаборант-исследователь кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства. Тел.: +7(916)455-15-14,
e-mail: zhulisa1@mail.ru

Полина Александровна Корневская, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства.
Тел. +7(929)635-61-94, e-mail: zooh@bk.ru

Ольга Николаевна Пастух, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, специалист по УМР учебно-методического управления. Тел. +7(916)584-18-52, e-mail: pastukh.on@rgau-msha.ru

Information about the authors

E.V. Zhukova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Dairy and Beef Cattle Breeding. Tel.: +7 910 415-34-22, e-mail: e.zhukova@rgau-msha.ru

E.D. Savina, Laboratory Researcher of the Department of Technology of Storage and Processing of Animal Products. Tel.: +7 916 455-15-14, e-mail: zhulisa1@mail.ru

P.A. Korenevskaya, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Animal Products. Tel. +7 929 635-61-94, e-mail: zooh@bk.ru

O.N. Pastukh, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Teaching and Learning Specialist of the Educational and Methodological Department.

Tel. +7 916 584-18-52, e-mail: pastukh.on@rgau-msha.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 21.02.2024; одобрена после рецензирования 01.03.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 21.02.2024; approved after reviewing 01.03.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 120-129
Agricultural journal. 2024; 17 (1). P. 120-129

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.5

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.1.17.2024

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПРЕДИНКУБАЦИОННОГО ОТБОРА ПЕРЕПЕЛИНЫХ ЯИЦ

Людмила Олеговна Макарова, Вячеслав Иванович Щербатов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия, Краснодарский край, Краснодар, e-mail: makarova98-60@mail.ru

Аннотация. Искусственная инкубация яиц сельскохозяйственной птицы – первое и наиболее важное звено в технологии производства продуктов птицеводства. Немаловажная роль отводится прединкубационному отбору яиц, позволяющему повысить эффективность инкубации. Перепела обладают рядом биологических особенностей, среди которых выделяется уникальное качество их яиц. Порфирины и их производные широко исследуются в медицине. Некоторые производные порфирина вызывают большой интерес с точки зрения терапии онкологических заболеваний. Так, димегин, обладающий высоким сродством к раковым клеткам, избирательно фотосенсибилизирует их. Благодаря этому последующее воздействие лазерного излучения приводит к редукции опухолевой ткани. Порфирины обладают характерными спектрами поглощения: положение и интенсивность максимумов поглощения определяются электронными переходами в порфириновом макроцикле. Для порфиринов свойственна наиболее интенсивная полоса поглощения в области около 400 нм. Установлено, что при ультрафиолетовом облучении перепелиных яиц с длиной волны 365 нм возникает эффект люминесценции скорлупы. Визуальный отбор яиц по яркости свечения скорлупы и их инкубация способствуют сокращению времени эмбриогенеза и повышению вывода молодняка. Однако визуальная оценка свечения скорлупы зависит от опыта и восприятия цвета оператором, субъективна и не совсем точна. Разработанный способ отбора яиц перепелов по степени свечения скорлупы с последующей компьютерной обработкой повышает эффективность и точность прединкубационного отбора по данному признаку. В результате проведенных экспериментальных исследований с использованием компьютерной обработки полученных снимков при ультрафиолетовом облучении были выявлены различия в исследуемых группах. Результаты в выводе молодняка и выводимости яиц в группе при компьютерной оценке оказались выше на 6-7 %, в сравнении с визуальной оценкой степени свечения поверхностного слоя перепелиных яиц при облучении ультрафиолетом. Полученная цветовая шкала способна дать точное представление о цвете излучаемого потока при облучении яиц.

Ключевые слова: яйца, протопорфирины, ультрафиолет, люминесценция, инкубация, инкубационное качество.

Для цитирования: Макарова Л.О. Щербатов В.И. Инновационный способ прединкубационного отбора перепелиных яиц // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 120-129. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.1.17.2024

Zootechnyandveterinaryscience

Original article

INNOVATIVE METHOD OF PRE-INCUBATION SELECTION OF QUAIL EGGS

Liudmila O. Makarova, Viacheslav I. Shcherbatov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Russia, Krasnodar Territory, Krasnodar,
e-mail: makarova98-60@mail.ru

Abstract. Artificial incubation of poultry eggs is the first and most important link in the technology of production of poultry products. An important role is played by pre-incubation selection of eggs, which makes it possible to increase the efficiency of incubation. Quails have a number of biological characteristics, among which the unique quality of their eggs distinguishes. Porphyrins and their derivatives are widely studied in medicine. Some porphyrin derivatives are of great interest in terms of the cancer treatment. Thus, dimegin, which has a high affinity for cancer cells, selectively photosensitizes them. Due to this, subsequent effect of laser radiation leads to reduction in tumor tissue. Porphyrins have characteristic absorption spectra: the position and intensity of absorption maxima are determined by electronic transitions in the porphyrin macrocycle. Porphyrins are characterized by the most intense absorption band of about 400 nm. It has been established that ultraviolet irradiation of quail eggs with a wavelength of 365 nm causes the effect of shell luminescence. Visual selection of eggs based on the brightness of the shell and their incubation helps reduce the time of embryogenesis and increase the hatching of young birds. However, the visual evaluation of shell glow depends on the experience and color perception of an operator. It is subjective and not entirely accurate. The developed method for selecting quail eggs according to the degree of shell luminescence with the following computer processing increases the objectivity and accuracy of pre-incubation selection by this parameter. As a result of experimental studies with the use of computer processing of images, which were obtained under ultraviolet irradiation, some differences in the study groups were identified. The results in the hatching of young birds and the hatchability of eggs in the group during computer evaluation were higher by 6-7%, in comparison with a visual evaluation of the degree of luminescence of the surface layer of quail eggs when they were irradiated with ultraviolet light. The resulting colour scale can give an accurate understanding of the colour of the emitted flux when eggs are irradiated.

Key words: eggs, protoporphyrins, ultraviolet, luminescence, incubation, incubation quality.

For citation: Makarova L.O., Shcherbatov V.I. Innovative method of pre-incubation selection of quail eggs // Agricultural Journal. 2024. No.17 (1). P. 120-129.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/012.1.17.2024

Введение. Яичная скорлупа служит естественным барьером против патогенных и внешних физических факторов, являясь при этом защитой для оплодотворённой яйцеклетки и развивающегося эмбриона. Занимая место между внешней и внутренней

средой яйца, скорлупа обеспечивает газообмен, выводя углекислый газ из яйца и транспортируя кислород [1]. Транспортная функция, обращающаяся путём контролируемого осаждения карбоната кальция на подскорлупных оболочках, достигается посредством пор, находящихся в толще скорлупы, переходя в кальций.

Минерализация происходит таким образом, что между кальцием остается пространство, представляющее собой поры. Поверхность скорлупы защищена кутикулой [2].

Кутикула, или надскорлупная оболочка, также защищает яйцо, сохраняя свежесть и инкубационные качества при правильном хранении на протяжении некоторого времени. Оптимальный срок для хранения инкубационных яиц – 7 дней. Биоплёнка, покрывающая яйцо, первоначально защищает содержимое яйца от вредных факторов окружающей среды [3,4].

Ряд учёных в проводимых ранее исследованиях о составе, свойствах и особенностях яичной скорлупы выяснил, что формирование окраски скорлупы яиц птиц обусловлено участием двух пигментов – биливердина и протопорфирина с цветовым диапазоном от синего до зеленого для биливердина и от желтого до красного для протопорфирина [5,6].

Исследования, проводимые Родионовой С.А. на яйцах от разных видов птиц и мест расположения их обитания, гнездования, типа гнездования, а также экологической обстановки, показали, что концентрация протопорфиринов и биливердинов напрямую зависит от типов гнезд, их расположения, высоты над уровнем моря, экологической обстановки. Выяснено, что интенсивность пигментации скорлупы снижается с ухудшением экологического состояния природы [7].

Также описано, что внутрикладковая изменчивость связана с неустойчивым физиологическим состоянием самки на период кладки, на которую в первую очередь в естественных условиях оказывает влияние факторов внешней среды [8,9,10].

Пигменты скорлупы способны отражать более 90 % света в ближнем инфракрасной части спектра, предотвращая перегрев яиц при попадании на них солнечных лучей. Прочность яиц при недостатке кальция увеличивается за счет пигментов. Врановые, помимо острого и цветового зрения, отличаются еще и сложным поведением, наличием элементов рассудочной деятельности, что позволяет им осуществлять целенаправленный и эффективный поиск гнезд [11,12,13].

Нами были проведены исследования по визуальной оценке степени свечения поверхностного слоя скорлупы перепелиных яиц при ультрафиолетовом облучении и разработана цветовая шкала. Инкубационные яйца при визуальной оценке были поделены на две группы по степени свечения – яркие и темные. Установлено, что группа яиц с ярким свечением имела показатели вывода яиц и выводимости молодняка выше, чем группа с темным свечением [14]. Однако проведенные опыты по визуальному определению степени свечения яичной скорлупы указали на субъективность такой оценки, зависящей от цветового восприятия оператора. В связи с этим **цель исследований** – разработка объективной оценки степени свечения скорлупы при ультрафиолетовом облучении яиц с длиной волны 365 нм [15,16].

Исходя из поставленной цели, задачами являлись: 1. получить объективную оценку степени свечения поверхностного слоя скорлупы; 2. установить взаимосвязь степени свечения поверхности скорлупы с выводом молодняка и выводимостью яиц.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в «ФГБОУ ВО Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина»(Краснодарский край, г. Краснодар) в усло-

виях лаборатории «Птицеводство» кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий. Для проведения опытов использовали инкубационные яйца перепелок родительского стада породы Техасский белый. Методом случайной выборки определили опытные и контрольную группы яиц. Яйца закладывались в одно и то же время в инкубаторы «Маги». Перед закладкой яйца в группах были выравнены по массе. Средняя масса яиц опытных групп составляла 14,3 г, а в контрольной – 14,6 г. В качестве контрольной группы применяли стандартный метод прединкубационного отбора, включающий в себя внешнюю оценку яиц, проверку на наличие боя и насечек путем овоскопирования, калибровку по массе и форме яиц, наличию загрязнения скорлупы. В первой опытной группе применяли, помимо стандартных прединкубационных показателей, введенный ранее метод прединкубационного отбора, основанный на облучении скорлупы яиц ультрафиолетовым свечением и отборе светящихся яиц на инкубацию. Во второй опытной группе испытывали модифицированную компьютерную программу Qgis для оценки степени свечения поверхностного слоя перепелиных яиц путем их фотографирования (рисунок 1) при ультрафиолетовом облучении в специальном приборе, стенки которого оснащены светоотражающим материалом. Ультрафиолетовая лампа Вуда использовалась с длиной волны 365 нм. Полученные фотоснимки исследуемых яиц вносили в программу Qgis и производили обработку каждого яйца с помощью матриц.



Рисунок 1. Объект исследований
Figure 1. The object of research

Полученные данные переводили в цветовую (рисунок 2) и балльную шкалу (таблица 1) и разделяли по группам в зависимости от степени свечения. Из полученных данных сформировали вторую опытную группу с ярким свечением поверхностного слоя скорлупы.

Полученная нами цветовая шкала свидетельствует о непостоянности цвета света, излучаемого каждым объектом – яйцом. Для одного яйца этот цвет равен следующему спектру, согласно цветовой модели RGB, 30;14;98, а для другого, более яркого, – 91;23;120. При слиянии трех цветовых потоков – красного, зеленого и голубого – полу-

чается цвет, отражающийся от поверхности скорлупы перепелиного яйца. Более подробные данные можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1

Цветовая шкала свечения исследуемых яиц

Table 1

Color scale of the glow of the studied eggs

R	30	24	34	35	36	36	36	39	39	40	40	41	42	42	44	44	44	46
G	14	15	17	17	17	11	9	17	15	10	12	13	15	17	14	13	12	15
B	98	92	96	110	105	104	81	98	110	81	91	94	110	88	106	99	92	101
R	46	46	46	46	47	47	48	48	49	49	49	50	51	52	52	52	53	53
G	13	18	14	15	19	23	16	13	15	18	15	13	19	17	31	15	16	17
B	98	111	103	106	112	127	92	86	85	98	89	108	113	108	112	103	106	104
R	55	55	55	46	56	56	58	60	60	60	61	61	61	62	62	63	63	63
G	14	10	26	16	15	16	18	17	18	15	15	16	15	19	13	23	30	16
B	103	11	128	102	117	95	104	93	96	112	90	116	98	106	15	129	168	130
R	63	66	66	66	66	66	67	68	68	69	69	69	70	71	71	71	71	73
G	17	24	20	21	22	23	21	15	29	20	16	27	18	41	15	16	18	20
B	121	142	116	110	122	121	118	93	131	21	110	146	101	125	91	109	103	118
R	73	73	74	75	76	76	77	78	80	83	84	84	91	93	103	106	108	112
G	19	18	16	26	22	25	16	17	25	13	30	22	23	26	41	17	22	55
B	119	107	104	150	17	138	122	107	136	102	134	124	120	142	145	115	140	183

Таким образом, важную роль в цветовом спектре играет красный спектр – г. От него зависит, какого цвета свечения будет отображен объект. Также и человеческий глаз бонитёра изначально видит оттенки красного цвета, однако сочетание красного цвета с зеленым и голубым уловить невозможно. При помощи компьютерной обработки это становится реальным для более детального изучения данного явления.

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам визуальной оценки перепелиные яйца в зависимости и от степени свечения были разделены на две группы – яркие и тёмные. Для исследований выбрали только ярко светящиеся яйца. Оценка степени свечения поверхностного слоя скорлупы – яркая малиновая; присвоенная балльная оценка – 3. Компьютеризированную оценку осуществляли с использованием фотоаппарата Canon. Спектр красного цвета поверхности скорлупы для ярко светящихся яиц – 155 и выше. В течение всего периода инкубации производили биологический контроль: учёт потерь влаги яйцами, замеры частоты сердечных сокращений эмбрионов на 9, 12 и 15-е сутки.

В таблице 2 приведены результаты инкубации яиц при разных способах оценки степени свечения яичной скорлупы перепелиных яиц при прединкубационном отборе. Мы считаем, что степень свечения определяет инкубационные качества и биологическую ценность яиц перепелов, а следовательно, и показатели инкубации.

Во всех группах показатели вывода и выводимости имели высокие значения. Контрольная группа по показателям отходов инкубации входит в предельно допусти-

мые значения. Так, показатель «неоплодотворенные» при норме 7–9 % в группе насчитывал 9,0 %, для категории «замершие» норма – 2-3 %, «задохлики» – 4-5 %. Из категории «замершие» при вскрытии было установлено, что эмбрионы гибли на 13-е и 16-е сутки. На 13-е сутки наблюдалось полное использование белка.

Таблица 2

Результаты инкубации перепелиных яиц
при разных способах прединкубационного отбора

Table 2

Results of incubation of quail eggs
with different methods of pre-incubation selection

Показатели	Приём оценки степени свечения скорлупы					
	Контроль		Визуальная		Компьютерная	
	штук	%	штук	%	штук	%
Заложено на инкубацию	100	100	100	100	97	100
Оплодотворенные	91	91	95	95	92	94,85
Ранняя эмбриональная смертность	0	0	3	3,16	0	0
Замершие	3	3,3	1	1,05	1	1,07
Задохлики	2	2,2	6	6,32	3	3,26
Вывод молодняка	86	86	85	85	90	92,78
Выводимость яиц	–	94,5	–	89,47	–	97,82

Опытная группа 1 с визуальной оценкой также имела высокие значения вывода молодняка и выводимости яиц. Группу сформировали с учетом показателя степени свечения яиц. Оценку производили визуальным способом: яйца клали в лоток под ультрафиолетовую лампу Вуда в полной темноте и отбирали из них самые яркие. Однако визуальный отбор мало повлиял на показатели вывода и выводимости, но группа, отобранная таким способом, имела инкубационные показатели выше, чем несветящиеся яйца. Вывод перепелят в такой группе составил 72,2 % с выводимостью яиц 81,3 %. Вскрытие отходов инкубации показало, что эмбрионы гибли на 10,11,14 и 17-е сутки инкубации.

Учёт частоты сердечных сокращений на указанные сутки показал значительную разницу между контрольной и при визуальной оценке группами (рисунок 2). Таким образом, в группе яиц при визуальном отборе значения данного показателя оказались выше в каждый из дней учёта. Частота сердечных сокращений свидетельствует о скорости развития зародышей. Следовательно, обменные процессы в контрольной группе протекали несколько медленнее или не так интенсивно, что подтверждается ранним началом – на 90 минут раньше при общей продолжительности эмбриогенеза 392 часа – массового вывода молодняка в группе с визуальной прединкубационной оценкой.

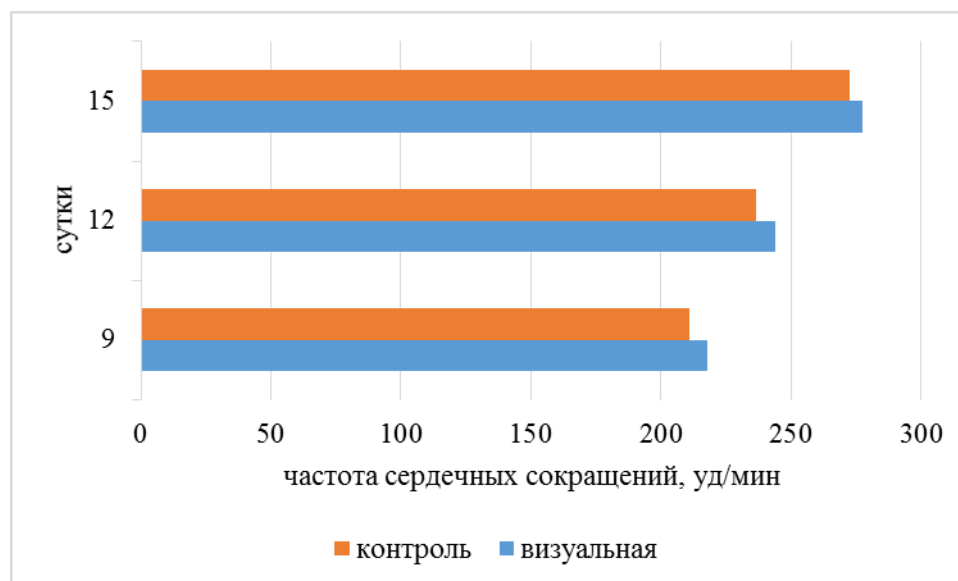


Рисунок 2. Частота сердечных сокращений в исследуемых группах
Figure 2. Heart rate in study groups

Несмотря на продолжительность эмбриогенеза и начало вывода, в обеих группах масса перепелят насчитывала 10,7 г, что составляет 74,8 % от массы яиц перед закладкой на инкубацию.

Предлагаемый способ оценки степени свечения поверхностного слоя скорлупы с использованием компьютерной программы позволяет провести её без учета особенностей цветовосприятия человеком. Данный способ даёт возможность получить высокие инкубационные показатели в сравнении с другими исследуемыми и контрольной группами. Вывод молодняка в такой группе составил 92,78 %, что на 6,78 % и 7,78 % выше, чем в контрольной и первой опытной группе.

При вскрытии яиц с эмбрионами, погибшими в выводной период, устанавливали наличие наклева скорлупы и подскорлупной оболочки. Все эмбрионы уже проклюнули скорлупу и имели правильное расположение, свойственное нормальному развитию, – по продольной оси яйца, обращенной головой к тупому концу.

Заключение. Новый способ прединкубационного отбора, включающий оценку степени свечения яичной скорлупы при воздействии на яйца ультрафиолетового излучения с длиной волны 365 нм, с использованием компьютерной программы, предполагающей получение объективных данных, позволил повысить показатели вывода молодняка и выводимости яиц на 6-7 %, в сравнении с традиционным способом прединкубационного отбора перепелиных яиц.

Список источников

1. Щербатов, В.И. Потеря влаги куриными и перепелиными яйцами в зависимости от их оплодотворенности / В.И. Щербатов, Л.О. Макарова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 174. С. 277–284. DOI 10.21515/1990-4665-174-021. – EDN MNPJRZ.

2. Влияние методов и средств дезинфекции на качество обеззараживания инкубационных яиц / Л.В. Хорошевская, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина [и др.] // Птица и птицепродукты. 2023. № 1. С. 28–31. DOI 10.30975/2073-4999-2023-25-1-28-31. – EDN WSITSC.
3. Шкуро, О.А. Биологические ритмы в инкубации яиц сельскохозяйственной птицы / О.А. Шкуро, В.И. Щербатов // Птицеводство. 2019. № 1. С. 22–25. DOI 10.33845/0033-3239-2019-68-1-22-25. – EDN VZCJTQ.
4. Кавтарашвили, А.Ш. Факторы, влияющие на пигментацию скорлупы куриных яиц (обзор) / А.Ш. Кавтарашвили // Птица и птицепродукты. 2023. № 4. С. 60–64. DOI 10.30975/2073-4999-2023-25-4-60-64. – EDN YPEFGY.
5. Щербатов, В.И. Прединкубационный отбор перепелиных яиц / В.И. Щербатов, К.Н. Бачинина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. – № 89. С. 127–130. DOI 10.21515/1999-1703-89-127-130. – EDN YYDBBO.
6. Колокольникова, Т.Н. Влияние обработки яиц рибофлавином на жизнеспособность эмбрионов перепелов / Т.Н. Колокольникова, М.Н. Радченко, Е.П. Понтанькова // Птицеводство. 2022. – № 6. С. 43–47. DOI 10.33845/0033-3239-2022-71-6-43-47. – EDN VUTWGM.
7. Кавтарашвили, А.Ш. Влияние светодиодных светильников с различным распределением светового потока на продуктивность кур при содержании их в многоярусных клеточных батареях / А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов, Д.В. Гладин // Птица и птицепродукты. 2022. № 4. С. 36–39. DOI 10.30975/2073-4999-2022-24-4-36-39. – EDN IELHCY.
8. Влияние ультрафиолетового излучения на микробный фон в инкубаторе и эмбриональное развитие в процессе инкубации яиц бройлеров кросса Росс-308 / В.Ю. Морозов, М.С. Колесникова, Р.О. Колесников [и др.] // Птицеводство. 2021. № 10. С. 42–47. – DOI 10.33845/0033-3239-2021-70-10-42-47. – EDN JFFCVT.
9. Морозов, В.Ю. Производственные испытания нового устройства «Рециркулятор вентилируемого воздуха» / В.Ю. Морозов // Птицеводство. 2019. № 1. С. 39–41. DOI 10.33845/0033-3239-2019-68-1-39-41. – EDN MSWFVK.
10. Погодаев, В.А. Продуктивность и интерьерные особенности индеек в зависимости от плотности посадки в клеточных батареях КБИ-2-00.000 / В.А. Погодаев, В.А. Каневец // Птица и птицепродукты. 2012. № 2. С. 32–35. EDNPPLWIN.
11. Салеева, И. УФ-облучение кур / И. Салеева, Е. Журавчук, А. Иванов // Животноводство России. 2018. № S3. С. 59–62. EDN YPMRMD.
12. Влияние возраста самок перепелов породы радонежские на качество инкубационных яиц и развитие эмбрионов / А.М. Долгорукова, А.А. Зотов, М.С. Тишенкова, Т.А. Мелехина // Птица и птицепродукты. 2021. № 5. С. 26–28. DOI 10.30975/2073-4999-2021-23-5-26-28. – EDN DWAQJQ.
13. Джамил, Х.Т. Разработка инновационного способа биологического контроля яиц сельскохозяйственной птицы при инкубации / Х.Т. Джамил, В.И. Щербатов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 82. С. 138–142. DOI 10.21515/1999-1703-82-138-142. – EDN YPEOIM.
14. Прединкубационная обработка перепелиных яиц лазером / С.Н. Андреев, П.И. Ивашкин, Е.В. Наумов [и др.] // Птица и птицепродукты. 2018. № 5. С. 53–55. DOI 10.30975/2073-4999-2018-20-5-53-55. – EDN YPEQPR.
15. Харлап, С. Оценка инкубационного яйца / С. Харлап, О. Чепуштанова, И. Суязова // Животноводство России. 2018. № 11. С. 17–20. EDN YMRVGH.

16. Cahyadi M. Egg Production Traits and Egg Quality Characteristics in Black and Brown Plumage Color Lines of Japanese Quail / M Cahyadi R Fauzy R Dewanti // Poultry Science Journal. 2019. №7 (2). С. 179–184. DOI 10.22069/PSJ.2019.15778.1371.

References

1. Shcherbatov, V. I. Loss of moisture in chicken and quail eggs depending on their fertilization / V. I. Shcherbatov, L. O. Makarova // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2021. No. 174. P. 277–284. – DOI 10.21515/1990-4665-174-021. – EDN MNPJRZ.
2. Influence of disinfection methods and means on the quality of disinfection of hatching eggs / L. V. Khoroshevskaya, I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina [etc.] // Poultry and Chicken Products. 2023. No. 1. P. 28–31. DOI 10.30975/2073-4999-2023-25-1-28-31. – EDN WSITSC.
3. Shkuro, O. A. Biological rhythms in the incubation of poultry eggs / O. A. Shkuro, V. I. Shcherbatov // Poultry farming. 2019. No. 1. P. 22–25. DOI 10.33845/0033-3239-2019-68-1-22-25. – EDN VZCJTQ.
4. Kavtarashvili, A. Sh. Factors influencing the pigmentation of chicken egg shells (review) / A. Sh. Kavtarashvili // Poultry and Chicken Products. 2023. No. 4. P. 60–64. – DOI 10.30975/2073-4999-2023-25-4-60-64. – EDN YPEFGY.
5. Shcherbatov, V.I. Preincubation selection of quail eggs / V.I. Shcherbatov, K.N. Bachinina // Works of the Kuban state agrarian university. 2021. No. 89. P. 127– 130. DOI 10.21515/1999-1703-89-127-130. – EDN YYDBBO.
6. Kolokolnikova, T. N. Effect of treating eggs with riboflavin on the viability of quail embryos / T. N. Kolokolnikova, M. N. Radchenko, E. P. Pontankova // Poultry farming. 2022. No. 6. P. 43–47. – DOI 10.33845/0033-3239-2022-71-6-43-47. – EDN VUTWGM.
7. Kavtarashvili, A. Sh. Influence of LED lamps with different distribution of luminous flux on the productivity of chickens when kept in tier-type cages / A. Sh. Kavtarashvili, E. N. Novot-
orov, D. V. Gladin // Poultry and Chicken Products. 2022. No. 4. P. 36–39. DOI 10.30975/2073-4999-2022-24-4-36-39. – EDN IELHCY.
8. Influence of ultraviolet radiation on the microbial background in the incubator and embryonic development during the incubation of broiler eggs of the Ross-308 cross / V. Yu. Morozov, M. S. Kolesnikova, R. O. Kolesnikov [et al.] // Poultry farming. 2021. No. 10. P. 42–47. DOI 10.33845/0033-3239-2021-70-10-42-47. – EDN JFFCVT.
9. Morozov, V. Yu. Production tests of a new device “Ventilating air recirculator” / V. Yu. Mo-
rozov // Poultry farming. 2019. No. 1. P. 39–41. – DOI 10.33845/0033-3239-2019-68-1-39-
41. – EDN MSWFVK.
10. Pogodaev, V. A. Productivity and interior characteristics of turkeys depending on the density in cage batteries KBI-2-00.000 / V. A. Pogodaev, V. A. Kanivets // Poultry and Chicken Products. 2012. No. 2. P. 32-35. – EDN PPLWIN.
11. Saleeva, I. UV irradiation of chickens / I. Saleeva, E. Zhuravchuk, A. Ivanov // Animal hus-
bandry of Russia. 2018. No. S3. P. 59-62. – EDN YPMRMD.
12. Influence of the age of female quails of the Radonezh breed on the quality of hatching eggs and the development of embryos / A.M. Dolgorukova, A.A. Zotov, M.S. Tishenkova, T. A. Melekhina // Poultry and Chicken Products. 2021. No. 5. P. 26–28. – DOI 10.30975/2073-4999-2021-23-5-26-28. – EDN DWAQJQ .
13. Dzhamil, Kh. T. Development of an innovative method for biological control of poultry eggs during incubation / Kh. T. Dzhamil, V. I. Shcherbatov // Proceedings of the Kuban State

- Agrarian University. 2020. No. 82. P. 138–142. DOI 10.21515/1999-1703-82-138-142. – EDN YPEOIM.
14. Preincubation treatment of quail eggs with a laser / S. N. Andreev, P. I. Ivashkin, E. V. Naumov [etc.] // Poultry and Chicken Products. 2018. No. 5. P. 53–55. DOI 10.30975/2073-4999-2018-20-5-53-55. – EDN YPEQPR.
15. Kharlap, S. Evaluation of hatching eggs / S. Kharlap, O. Chepushtanova, I. Suyazova // Animal Husbandry of Russia. 2018. No. 11. P. 17–20. EDN YMRVGH.
16. Cahyadi M. Egg Production Traits and Egg Quality Characteristics in Black and Brown Plumage Color Lines of Japanese Quail / M Cahyadi R Fauzy R Dewanti // Poultry Science Journal. 2019. No. 7 (2). P. 179–184. DOI 10.22069/PSJ.2019.15778.1371.

Сведения об авторах

Людмила Олеговна Макарова, ассистент, аспирант кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий, тел.: +79628807919, e-mail: makarova98-60@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0009-0005-5192-4419>
Вячеслав Иванович Щербатов, заведующий кафедрой разведения сельскохозяйственных животных и зоотехнологий, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, тел.: +79615001678, e-mail: scherbатов023@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9813-3909>

Information about the authors

L.O. Makarova, Assistant, post-graduate student of the Department of Farm Animals Breeding and Animal Technologies, tel.: +79628807919, e-mail: makarova98-60@mail.ru ORCID <https://orcid.org/0009-0005-5192-4419>
V.I. Shcherbatov, Head of the Department of Farm Animals Breeding and Animal Technologies, Doctor of Agricultural Science, Professor, tel.: +79615001678, e-mail: scherbатов023@mail.ru ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9813-3909>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest

Статья поступила в редакцию 19.01.2024; одобрена после рецензирования 29.01.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 19.01.2024; approved after reviewing 29.01.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 130-141
Agricultural journal. 2024; 17 (1). P. 130-141

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК: 636.32/.38.087.7

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.1.17.2024

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ «БИФИДУМ СХЖ» И «ЗООНОРМ» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ

**Владимир Аникеевич Погодаев, Игорь Геннадьевич Рачков,
Лидия Валентиновна Кононова, Лидия Максимовна Смирнова,
Любовь Викторовна Ворсина**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: info@fnac.center

Аннотация. За последние годы среди множества кормовых добавок, применяемых в питании животных, особое место занимают пробиотические препараты. На сегодняшний день разработаны новые пробиотики для животных – «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм». Однако до настоящего времени наука и передовая практика не располагают научно обоснованными данными о влиянии «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на организм молодняка овец, поэтому целью работы являлось установление влияния пробиотиков на продуктивность молодняка овец в период выращивания (4–6 месяцев). Научно-производственный опыт проводился в КФХ «Арл» Яшкульского района Республики Калмыкия в 2023 году. Для организации научно-хозяйственного опыта по принципу аналогов с учетом возраста, живой массы отобрали 26 баранчиков и 26 ярок калмыцкой курдючной породы 4-месячного возраста и разделили на 4 группы по 13 голов в каждой. Использование биологически активных веществ (БАВ) нового поколения («Бифидум СХЖ» и «Зоонорм») позволяет улучшить рост и развитие молодняка овец. Превосходство опытных баранчиков и ярок над сверстниками I и II контрольных групп по абсолютному приросту живой массы за весь период выращивания составило 5,3 и 4,8 кг, а по среднесуточному приросту живой массы – на 88,7 и 80,0 г соответственно. В то же время необходимо отметить, что относительный прирост живой массы за весь период выращивания у ярок как в опытной (58,8 %), так и в контрольной (40,2 %) группах был выше, по сравнению с баранчиками, – 47,3 и 30,6 % соответственно.

Ключевые слова: баранчики, ярок, биологически активные вещества (БАВ), пробиотики, продуктивность.

Для цитирования: Влияние пробиотиков нового поколения «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на продуктивность молодняка овец / В.А. Погодаев, И.Г. Рачков, Л.В. Кононова, Л.М. Смирнова, Л.В. Ворсина // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 130-141 DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.1.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

**INFLUENCE OF NEW GENERATION PROBIOTICS “BIFIDUM FA”
AND “ZOONORM” ON THE PRODUCTIVITY OF YOUNG SHEEP**

**Vladimir A. Pogodaev, Igor G. Rachkov, Lidiia V. Kononova, Lidiia M. Smirnova,
Liubov V. Vorsina**

Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Center”, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk e-mail: info@fnac.center

Abstract. Over the past few years, among a lot of feed additives, which are used in animal nutrition, probiotic preparations occupy a special place. Currently, new probiotics for animals have been developed – “Bifidum FA” and “Zoonorm”. However, until now, science and best practice do not have scientifically based data on the effect of “Bifidum FA” and “Zoonorm” on the body of young sheep. Therefore, the purpose of the study was to establish the effect of probiotics on the productivity of young sheep during the growing period (4–6 months). Scientific and commercial experiment was carried out on the peasant farm enterprise “Arl” in the Yashkulsky District of the Republic of Kalmykia in 2023. In order to organize scientific and commercial experiment based on the principle of analogy, taking into account age and live weight, 26 young rams and 26 young ewes of the Kalmyk fat-tailed breed of 4 months of age were selected and divided into 4 groups of 13 head each. The use of biologically active substances (BAS) of a new generation (“Bifidum FA” and “Zoonorm”) can improve the growth and development of young sheep. The superiority of experimental young rams and young ewes over herdmates of control groups I and II in terms of absolute increase in live weight over the entire growing period was 5.3 and 4.8 kg, and in terms of average daily gain in live weight – 88.7 and 80.0 g, respectively. At the same time, it should be noted that the relative increase in live weight over the entire growing period of young ewes in both the experimental (58.8%) and control (40.2%) groups was higher in comparison to young rams – 47.3 and 30.6%, respectively.

Key words: young rams, young ewes, biologically active substances (BAS), probiotics, productivity.

For citation: Influence of new generation probiotics “Bifidum FA” and “Zoonorm” on the productivity of young sheep / V.A. Pogodaev, I.G. Rachkov, L.V. Kononova, L.M. Smirnova, L.V. Vorsina // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (1). P. 130-141.
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/013.1.17.2024

Введение. Одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса нашей страны было и остается увеличение производства баранины и шерсти [1].

Одно из направлений решения данной задачи – организация сбалансированного полноценного кормления всех половозрастных групп овец [2].

Многочисленными исследованиями установлено, что применение в рационах животных кормовых добавок снижает затраты кормов на единицу продукции, повышает продуктивность и улучшает качество конечной продукции. Особое место среди кормовых добавок, применяемых в питании животных, занимают пробиотические препараты.

К основным пробиотическим микроорганизмам, согласно ГОСТу Р 56139-2014, относят лактобациллы (*Lactobacillus*), бифидобактерии (*Bifidobacterium*), пропионово-кислые бактерии (*Propionibacterium*), стрептококки вида *Streptococcus thermophilus*, бактерии рода *Lactococcus*.

Однако, по мнению Американской гастроэнтерологической ассоциации (AGA), всеобъемлющие доказательства пользы пробиотиков отсутствуют, а имеющиеся результаты исследований противоречивы. Кроме того, не существует достаточного количества научных данных в отношении того, какой пробиотик необходимо использовать для лечения конкретных болезней или улучшения определённых состояний организма [3].

Согласно исследованиям ряда ученых пробиотики принимают активное участие в обмене белков, жиров и углеводов, а также выполняют защитную функцию организма, выполняя адсорбционную способность слизистой оболочки кишечника [4].

Вводимые перорально препараты, содержащие бактерии, подвергаются негативному воздействию ферментов желудочно-кишечного тракта. В конечном итоге, когда микроорганизмы, поступающие в организм в составе пероральных препаратов-пробиотиков, всё же попадают в кишечник, они неизбежно сталкиваются с постоянно присутствующей в нём микрофлорой и отторгаются [5].

Несмотря на противоречивые сведения о терапевтическом эффекте пробиотиков, их продолжают активно использовать с целью стимулирования иммунной системы и улучшения функционирования кишечника [6, 7].

В последние годы пробиотики широко применяются в животноводстве и птицеводстве. Чаще всего в качестве таких препаратов выступают пропионовокислые бактерии, стрептококки, лактобациллы, бифидобактерии, больше всего преобладающие в микрофлоре пищеварительного тракта молодняка [8–11].

По данным Н.М. Малика, А.Н. Панина и др., механизм действия пробиотиков направлен на заселение кишечника конкурентоспособными штаммами бактерий-пробиотиков [12–14].

Эффективность применения новых пробиотиков «Моноскорин» и «Бацелл» при кормлении телят и коров доказана исследованиями Л.Г. Горковенко и др., А. Филатов и др. [15, 16]. По их мнению, эти пробиотики способствовали рождению более крупных телят, а также увеличению молочной продуктивности за период опыта на 12,6 %.

На сегодняшний день разработаны новые пробиотики для животных – «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм». Действующим веществом препарата «Бифидум СХЖ» являются живые бифидобактерии штамма *Bifidobacterium bifidum* № 1, а в состав препарата «Зоонорм» входят лиофилизированная микробная масса живых бифидобактерий штамма *Bifidobacterium bifidum* № 1, сорбированных на частицах активированного угля в виде микроколоний, что обеспечивает высокую выживаемость бифидобактерий при прохождении через агрессивную среду желудочно-кишечного тракта.

Анализ литературных данных и компьютерных источников показывает, что производственная проверка новых пробиотических препаратов на разных видах сельскохозяйственных животных оказывает положительное действие на их продуктивность и резистентность. Однако до настоящего времени наука и передовая практика не располагают научно обоснованными данными о влиянии «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на организм молодняка овец, поэтому разработка оптимальной дозировки этих добавок в рационах растущих баранчиков и изучение их влияния на переваримость и использование питательных веществ, энергию роста животных являются своевременной и акту-

альной проблемой.

Цель работы – установить влияние пробиотиков на продуктивность молодняка овец.

Научная новизна: впервые изучено влияние биологически активных веществ (БАВ) нового поколения на основе различных бифидобактерий («Бифидум СХЖ» и «Зоонорм») на показатели роста молодняка овец.

Материал и методы исследований. Научно-производственный опыт проводился в КФХ «Арл» Яшкульского района Республики Калмыкия в 2023 году.

Для организации научно-хозяйственного опыта по принципу аналогов с учетом возраста, живой массы было отобрано 26 баранчиков и 26 ярок калмыцкой курдючной породы 4-месячного возраста и разделили на 4 группы по 13 голов в каждой (таблица 1). Все животные находились в одинаковых условиях содержания.

Таблица 1

Схема использования «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на молодняке овец

Table 1

Scheme of using “Bifidum FA” and “Zoonorm” on young sheep

Период	I группа контрольная (баранчики)	II группа контрольная (ярок)	III группа опытная ОР + пробиотики (баранчики)		IV группа опытная ОР + пробиотики (ярок)	
			доза и способы введения	курс применения	доза и способы введения	курс применения
3 сут. до отбивки – 3 сут. от отбивки	ОР без пробиотиков	ОР без пробиотиков	50×10^7 КОЕ (50 доз)/ 1 голову «Зоонорм» с водой	ежедневно	50×10^7 КОЕ (50 доз)/ 1 голову «Зоонорм» с водой	ежедневно
4–23 сут. от отбивки	ОР без пробиотиков	ОР без пробиотиков	20×10^7 КОЕ (20 доз)/ 1 голову «Бифидум СХЖ» с водой	ежедневно	20×10^7 КОЕ (20 доз)/ 1 голову «Бифидум СХЖ» с водой	ежедневно
30–35 сут. от отбивки	ОР без пробиотиков	ОР без пробиотиков	50×10^7 КОЕ (50 доз)/ 1 голову «Зоонорм» с водой	ежедневно	50×10^7 КОЕ (50 доз)/ 1 голову «Зоонорм» с водой	ежедневно
36–55 сут. от отбивки	ОР без пробиотиков	ОР без пробиотиков	30×10^7 КОЕ (30 доз)/ 1 голову «Бифидум СХЖ» с водой	ежедневно	30×10^7 КОЕ (30 доз)/ 1 голову «Бифидум СХЖ» с водой	ежедневно
2 сут. до – 3 сут. после стрессового воздействия	ОР без пробиотиков	ОР без пробиотиков	50×10^7 КОЕ (50 доз)/ 1 голову «Зоонорм» с водой	ежедневно	50×10^7 КОЕ (50 доз)/ 1 голову «Зоонорм» с водой	ежедневно

Примечание: ОР – основной рацион.

Стресс-воздействие: смена рациона/пастбища, вакцинация, дегельминтизация и т.д.

«Бифидум СХЖ». Действующим веществом препарата «Бифидум СХЖ» являются живые бифидобактерии штамма *Bifidobacterium bifidum* № 1, обладающие антагонистической активностью по отношению к широкому спектру патогенных и условно патогенных микроорганизмов.

Бифидобактерии обеспечивают ускоренную нормализацию микробиоценоза желудочно-кишечного тракта, активизируют восстановительные процессы в слизистых оболочках, пристеночное пищеварение, синтез витаминов и аминокислот и способствуют повышению резистентности организма.

За счет продуцирования бифидобактериями молочной и уксусной кислот улучшается всасывание из корма жиров, витамина D, железа и кальция.

«Бифидум СХЖ» можно вводить в систему nippleного поения через медикаторы. Для введения препарата в корм «Бифидум СХЖ» разводят в небольшом количестве растительного масла или воды комнатной температуры с последующим орошением корма.

«Зоонорм» применяется для лечения и профилактики инфекционных заболеваний (колибактериоз, сальмонеллез, энтерит, паратиф, вирусный гастроэнтерит, бактериальная диарея др.); восстановления нормальной микрофлоры кишечника, нарушенной применением антибиотиков, антигельминтиков, кокцидиостатиков и других химиотерапевтических препаратов, а также снижения отрицательного действия на организм микотоксинов; лечения и профилактики дисбактериозов, аллергических реакций, нарушений обмена веществ; повышения естественной резистентности организма (усиления иммунитета); предупреждения стрессовых реакций (вакцинация, транспортировка, смена рациона и др.).

В состав препарата входят лиофилизированная микробная масса живых бифидобактерий штамма *Bifidobacterium bifidum* № 1, сорбированных на частицах активированного угля в виде микроколоний, и пребиотик лактоза. В одной дозе препарата содержится 10 млн колониеобразующих единиц бифидобактерий (1×10^7 КОЕ).

Штамм *Bifidobacterium bifidum* № 1 обладает природной устойчивостью (резистентностью) к канамицину, гентамицину, мономицину и стрептомицину. Это позволяет беспрепятственно использовать «Зоонорм» при антибиотикотерапии.

В отличие от традиционных пробиотиков на основе бифидобактерий, содержащих отдельные микробные клетки, в состав препарата «Зоонорм» входят бифидобактерии, сорбированные в виде микроколоний на частицах специально подготовленного активированного угля.

Для того чтобы бифидобактерии начали активное заселение кишечника, необходимо, чтобы их плотность на 1 мм^2 слизистой оболочки составляла не менее 20 клеток (колонизирующая доза). В сорбированных пробиотиках каждая микроколония содержит от 20 до 180 живых клеток, что позволяет решить сразу две проблемы:

♦ обеспечение высокой выживаемости бифидобактерий при прохождении через агрессивную среду желудочно-кишечного тракта за счет микроколоний (сорбированного конгломерата бактериальных клеток);

♦ в кишечник попадает уже готовая колонизирующая доза бифидобактерий (в виде микроколоний), что способствует быстрому росту бифидобактерий и колонизации (заселению) слизистой, а также ускорению элиминации (выведения) из организма возбудителей заболевания, обеспечивая быстрый и стабильный лечебный эффект.

«Зоонорм» безвреден, побочных эффектов и противопоказаний не имеет.

Рационы кормления животных составлялись из одних и тех же кормов согласно рекомендуемым нормам Россельхозакадемии, с учетом возраста, живой массы баранчиков и химического состава кормов хозяйства.

По энергетической питательности и содержанию основных питательных веществ они были одинаковыми и отличались между группами только количеством вводимых в них кормовых добавок «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм». Баранчики и ярочки контрольной группы питались без введения препарата, а опытные группы дополнительно к основному рациону получили разные дозировки «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм».

В целях изучения влияния препаратов «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на энергию роста проводилось ежемесячное индивидуальное их взвешивание утром, до кормления.

Результаты исследований и их обсуждение. Уровень продуктивности животных характеризуется такими показателями, как живая масса и энергия роста. Проведенные исследования позволили установить, что подопытные баранчики и ярочки росли и развивались по-разному. При постановке животных на опыт различия по живой массе между подопытными группами были примерно одинаковыми: 30,8–31,2 кг и 24,9–25,2 кг соответственно (таблицы 2, 3).

Таблица 2

Динамика живой массы и энергии роста баранчиков

Table 2

Dynamics of live weight and growth energy of young rams

Показатель	Группа	Возраст			За весь период
		4 месяца	5 месяцев	6 месяцев	
Живая масса, кг	I	30,80±0,40	35,30±0,38	40,20±0,34	–
	III	31,20±0,31	37,80±0,30	45,92±0,28	–
Абсолютный прирост, кг	I	–	4,50±0,10	4,90±0,10	9,40±0,13
	III	–	6,60±0,07	8,12±0,06	14,70±0,11
Среднесуточный прирост, г	I	–	150,0±3,35	163,3±3,27	156,7±2,24
	III	–	220,0±2,41	270,8±2,17	245,4±1,85
Относительный прирост, %	I	–	14,70±0,41	13,90±0,38	30,60±0,74
	III	–	21,20±0,36	21,50±0,29	47,30±0,72

Таблица 3

Динамика живой массы и энергии роста ярочек

Table 3

Dynamics of live weight and growth energy of young ewes

Показатель	Группа	Возраст			За весь период
		4 месяца	5 месяцев	6 месяцев	
Живая масса, кг	II	24,90±0,30	29,90±0,29	34,90±0,28	–
	IV	25,20±0,24	32,40±0,26	40,00±0,27	–
Абсолютный прирост, кг	II	–	5,00±0,05	5,00±0,06	10,00±0,08
	IV	–	7,20±0,01	7,60±0,04	14,80±0,10
Среднесуточный прирост, г	II	–	166,7±1,56	166,7±1,85	166,7±1,33
	IV	–	240,0±3,20	253,3±1,46	246,7±1,69
Относительный прирост, %	II	–	20,10±0,31	16,70±0,29	40,20±0,66
	IV	–	28,60±0,47	23,50±0,21	58,80±0,67

В 6-месячном возрасте баранчики III опытной группы превосходили аналогов I контрольной группы по живой массе на 5,7 кг, или на 14,1 % ($P > 0,999$), а ярочки IV опытной группы – соответственно на 5,1 кг, или на 14,6 % ($P > 0,999$). Показатели интенсивности роста подопытных и контрольных животных существенно различались. Наиболее интенсивно развивался и рос молодняк овец III и IV опытных групп.

Абсолютный прирост живой массы у опытных животных за два месяца выращивания составил: у баранчиков – 14,7 кг, а у ярок – 14,8 кг (рисунок 1).

Превосходство опытных баранчиков и ярок над сверстниками I и II контрольных групп по абсолютному приросту живой массы за весь период выращивания насчитывало 5,3 и 4,8 кг ($P > 0,999$).

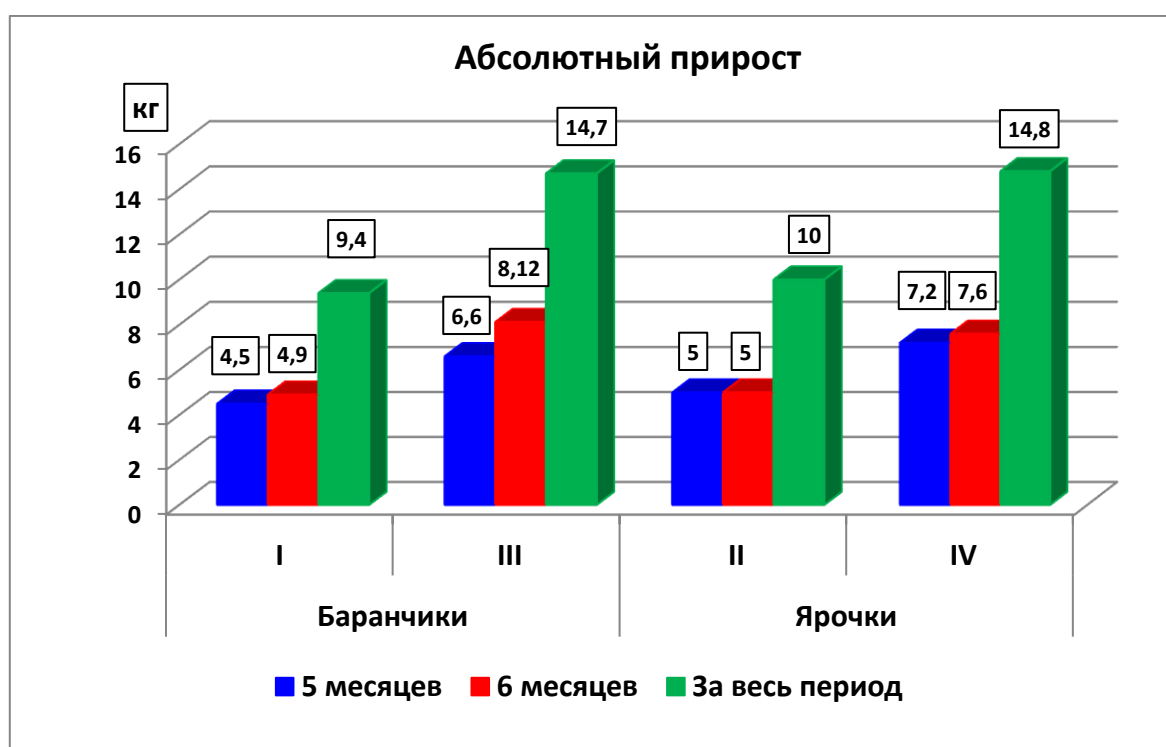


Рисунок 1. Абсолютный прирост живой массы животных

Figure 1. Absolute increase in live weight of animals

Среднесуточный прирост живой массы – важный показатель учета роста и развития молодняка. На основании наших исследований установлено, что баранчики и ярочки III и IV опытных групп, получавшие к основному рациону разные дозировки препаратов «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм», превосходили аналогов I и II контрольных групп по среднесуточному приросту живой массы за весь период выращивания на 88,7 и 80,0 г ($P > 0,999$) соответственно (рисунок 2).

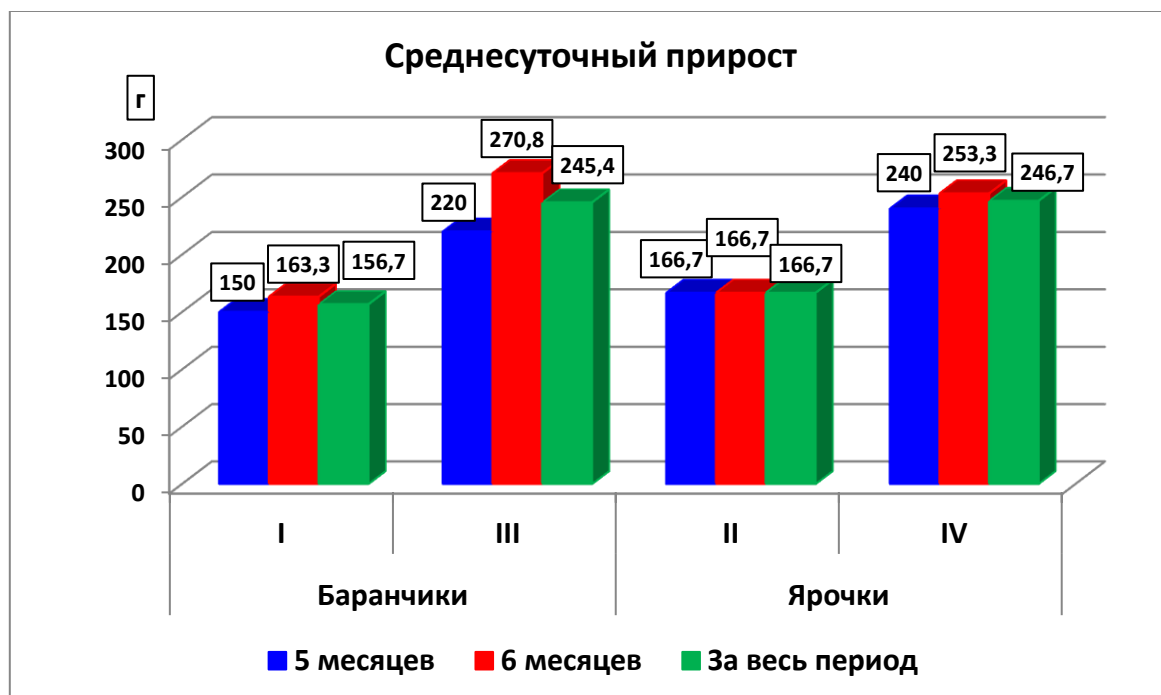


Рисунок 2. Среднесуточный прирост живой массы животных
Figure 2. Average daily gain in live weight of animals

В то же время необходимо отметить, что относительный прирост живой массы за весь период выращивания у ярок как в опытной (58,8 %), так и в контрольной (40,2 %) группах был выше, по сравнению с баранчиками, – 47,3 и 30,6 % соответственно (рисунок 3). Возможно, становление репродуктивной функции у баранчиков повлияло на откормочные качества животных.

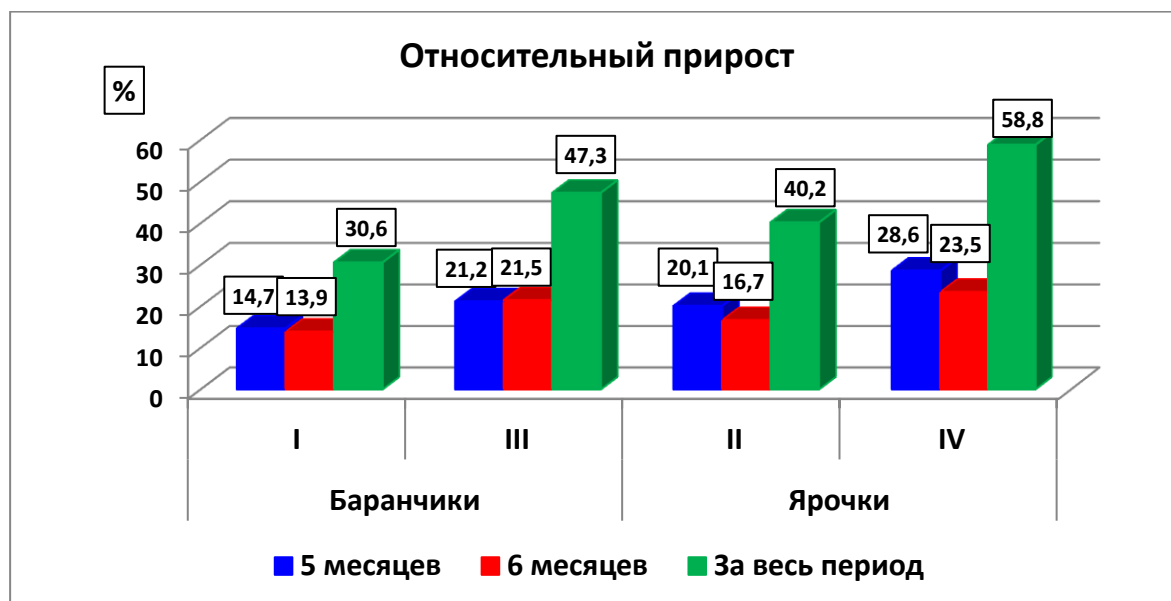


Рисунок 3. Относительный прирост живой массы животных
Figure 3. Relative gain in live weight of animals

Расчёт средних показателей роста баранчиков и ярок показал, что молодняк II опытной группы превосходил аналогов I контрольной группы по живой массе в 5-месячном возрасте на 2,5 кг ($P > 0,99$), а в 6 месяцев – на 5,41 кг ($P > 0,999$), по абсолютному приросту живой массы с 4 до 5 месяцев – на 2,15 кг, с 5 до 6 месяцев – на 2,91 кг и с 4 до 6 месяцев – на 5,06 кг ($P > 0,999$), по среднесуточному приросту живой массы – соответственно на 71,67; 97,05 и 84,36 г, а по относительному приросту живой массы – на 7,41; 7,21 и 17,51 абс. % (таблица 4).

Таблица 4

Средняя живая масса баранчиков и ярок ($n = 26$)

Table 4

Average live weight of young rams and young ewes ($n = 26$)

Показатель	Группа	
	I контрольная	II опытная
Живая масса в 4 месяца, кг	27,85±0,24	28,20±0,17
Живая масса в 5 месяцев, кг	32,60±0,24	35,1±0,16
Живая масса в 6 месяцев, кг	37,55±0,21	42,96±0,14
Абсолютный прирост живой массы с 4 до 5 месяцев, кг	4,75±0,05	6,90±0,04
Абсолютный прирост живой массы с 5 до 6 месяцев, кг	4,95±0,05	7,86±0,04
Абсолютный прирост живой массы с 4 до 6 месяцев, кг	9,70±0,06	14,76±0,06
Среднесуточный прирост с 4 до 5 месяцев, г	158,33±1,51	230,00±1,39
Среднесуточный прирост с 5 до 6 месяцев, г	165,00±1,75	262,05±1,31
Среднесуточный прирост с 4 до 6 месяцев, г	161,67±0,98	246,03±0,98
Относительный прирост живой массы с 4 до 5 месяцев, %	17,07±0,23	24,48±0,24
Относительный прирост живой массы с 5 до 6 месяцев, %	15,20±0,25	22,41±0,19
Относительный прирост живой массы с 4 до 6 месяцев, %	34,87±0,47	52,38±0,46

Закключение. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование в рационах молодняка овец препаратов нового поколения на основе бифидобактерий способствует лучшему росту и развитию животных. За весь период выращивания они высоко достоверно превосходят аналогов контрольной группы: по живой массе – на 5,41 кг, абсолютному, среднесуточному и относительному приростам – в среднем на 5,06 кг, 84,36 г и 17,51 абс. % соответственно.

С целью повышения результативности выращивания молодняка овец и снижения стрессовых нагрузок в период отбивки ягнят от маток и вакцинации рекомендуем применять пробиотики «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» по предложенной нами схеме.

Список источников

1. Динамика роста молодняка овец, полученного от скрещивания маток калмыцкой курдючной породы с баранами породы дорпер / В.А. Погодаев, Н.В. Сергеева, Ю.А. Юлдашбаев, С.О. Базаев // Зоотехния. 2018. № 5. С. 24–26.

2. Репродуктивные качества овцематок калмыцкой курдючной породы при чистопородном разведении и скрещивании с баранами породы дорпер и интенсивность роста ягнят в подсосный период / В.А. Погодаев, Н.В. Сергеева, А.Н. Арилов, Б.К. Адучиев // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. № 55 (ч. 2). С. 82–87.
3. Terri D'Arrigo. Probiotics: What They Are and What They Can Do for You: American Gastroenterological Association, 2008.
4. Василенко В.В. Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова. Дисбактериоз – синдром раздраженного кишечника: эссе-анализ проблемы: [арх. 30 мая 2012] // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2000. Т. X. № 6.
5. Заместительное действие пробиотиков: миф или реальность / И.Ю. Чичерин, И.В. Дармов, И.П. Погорельский, И.А. Лундовских, К.Е. Гаврилов // Кишечная микрофлора: Сборник научных статей. 2012. № 1. С. 35–40.
6. Пробиотики: клинические и диетологические аспекты применения Архивная копия от 31 октября 2017 на Wayback Machine / Е.М. Булатова, Н.М. Богданова, Е.А. Лобанова, Т.В. Габруская // Педиатрия. 2010. Том 89. № 3 С. 84–90.
7. Роль кишечной микрофлоры и пробиотиков в развитии иммунитета у грудных детей Архивная копия от 31 октября 2017 на Wayback Machine / Е.А. Корниенко и соавт. // Педиатрия. 2009. Том 87. № 1. С. 77–83.
8. Кузнецова Т. Оптимизируем состав кишечного микробиома бройлеров // Животноводство России. 2023. № 3. С. 7-8. DOI: 10.25701/ZZR.2023.02.02.004.
9. Влияние кормовой добавки «PrimaLac» на продуктивность цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» / А.М. Тарас, В.Н. Полещук, И.Н. Сычева, М.Ю. и др. // Зоотехния. 2023. № 7. С. 28–32. DOI:10.25708/ZT. 2023.75.17.008.
10. Жемухова О.А., Гетоков О.О., Юсупова Л.У. Влияние природного иммунопробиотика «Chlorella» на рост и мясную продуктивность гусей // Зоотехния. 2023. № 7. С. 37–40. DOI:10.25708/ZT2023.32.83.010.
11. Влияние ферментативного пробиотика «Целлобактерин-Т» в рационах на гематологические показатели кур-несушек кросса «Браун-Ник» / В.П. Короткий, Ю.Н. Прытков, А.А. Кистина и др. // Зоотехния. 2023. № 11. С. 29–31. DOI:10.25708/ZT.2023.91.70.009.
12. Малик Н.М., Панин А.Н. Ветеринарные пробиотические препараты // Ветеринария. 2001. № 1. С. 47–50.
13. Преверо Д., Гуссенс Т. Поддерживаем здоровье кишечника // Животноводство России. 2024. № 2. С. 10-11.
14. Наставления по применению пробиотических добавок «Бацелл», «Моноспорин» и «Пролам» в свиноводстве / Л.Г. Горковенко, А.Е. Чиков, С.И. Кононенко, Н.А. Пышманцева, Д.В. Осепчук, Н.А. Омельченко // Краснодар. 2011. 30 с.
15. Эффективность использования пробиотиков Бацелл и Моноспорин в рационах коров и телят / Л.Г. Горковенко, А.Е. Чиков, Н.А. Омельченко, Н.А. Пышманцева // Зоотехния. 2011. № 3. С. 13-14.
16. Корректируем микробиоту рубца / А. Филатов, С. Аникин, А. Сапожников, Н. Шемуранова // Животноводство России. 2023. № 5. С. 56-57.

References

1. Dynamics of growth of young sheep obtained from crossing Kalmyk fat-tailed ewes with Dorper rams / V.A. Pogodaev, N.V. Sergeeva, Yu.A. Yuldashbaev, S.O. Bazaev // *Zootechniya*. 2018. No. 5. P. 24–26.
2. Reproductive traits of Kalmyk fat-tailed ewes when breeding purebred animals and crossing with Dorper rams and the intensity of growth of lambs during the suckling period / V.A. Pogodaev, N.V. Sergeeva, A.N. Arilov, B.K. Aduchiev // *Proceedings of Gorsky state agrarian university*. 2018. No. 55 (part 2). P. 82–87.
3. Terri D'Arrigo. Probiotics: What They Are and What They Can Do for You: American Gastroenterological Association, 2008.
4. Vasilenko V.V. Moscow Medical Academy named after I.M. Sechenov. Dysbacteriosis is an irritable bowel syndrome: essay-analysis of the problem: [arch. May 30, 2012] // *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*. 2000. V.X. No. 6.
5. Replacement effect of probiotics: myth or reality / I.Yu. Chicherin, I.V. Darmov, I.P. Pogorelskii, I.A. Lundovskikh, K.E. Gavrilo / *Intestinal microflora: Collection of scientific articles*. 2012. No. 1. P. 35–40.
6. Probiotics: clinical and nutritional aspects of use. Archive copy dated October 31, 2017 on the Wayback Machine / E.M. Bulatova, N.M. Bogdanova, E.A. Lobanova, T.V. Gabrusskaia // *Pediatrics*. 2010. V. 89. No. 3 P. 84–90.
7. Role of intestinal microflora and probiotics in the development of immunity in infants. Archive copy dated October 31, 2017 on the Wayback Machine / E.A. Kornienko et al. // *Pediatrics*. 2009. V. 87. No. 1. P. 77–83.
8. Kuznetsova T. Optimizing the composition of the intestinal microbiome of broilers // *Animal husbandry of Russia*. 2023. No. 3. P. 7-8. DOI: 10.25701/ZZR.2023.02.02.004.
9. Influence of the feed additive “PrimaLac” on the productivity of broiler chickens of the “Ross-308” cross / A.M. Taras, V.N. Poleshchuk, I.N. Sycheva, et al. // *Zootechniya*. 2023. No. 7. P. 28–32. DOI:10.25708/ZT.2023.75.17.008.
10. Zhemukhova O.A., Getokov O.O., Yusupova L.U. Influence of the natural immune probiotic “Chlorella” on the growth and meat productivity of geese // *Zootechniya*. 2023. No. 7. P. 37–40. DOI:10.25708/ZT2023.32.83.010
11. Influence of the enzymatic probiotic “Cellobacterin-T” in diets on the hematological parameters of laying hens of the “Brown-Nick” cross / V.P. Korotkii, Yu.N. Prytkov, A.A. Kistina et al. // *Zootechniya*. 2023. No. 11. P. 29–31. DOI:10.25708/ZT.2023.91.70.009.
12. Malik N.M., Panin A.N. Veterinary probiotic preparations // *Veterinary medicine*. 2001. No. 1. P. 47–50.
13. Prevero D., Gussens T. Maintaining intestinal health // *Animal husbandry of Russia*. 2024. No. 2. P. 10–11.
14. Instructions for the use of probiotic additives “Bacell”, “Monosporin” and “Prolam” in pig farming / L.G. Gorkovenko, A.E. Chikov, S.I. Kononenko, N.A. Pyshmantseva, D.V. Osepchuk, N.A. Omelchenko // *Krasnodar*. 2011. 30 p.
15. Efficiency of using probiotics Bacell and Monosporin in the diets of cows and calves / L.G. Gorkovenko, A.E. Chikov, N.A. Omelchenko, N.A. Pyshmantseva // *Zootechniya*. 2011. No. 3. P. 13–14.
16. Correcting the rumen microbiota / A. Filatov, S. Anikin, A. Sapozhnikov, N. Shemuranova // *Animal husbandry of Russia*. 2023. No. 5. P. 56–57.

Сведения об авторах

Владимир Аникеевич Погодаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, тел.: 8-918-785-85-25, e-mail: pogodaev_1954@mail.ru, ORCID 0000-0002-9165-1225

Игорь Геннадьевич Рачков, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, тел.: 8-918-756-75-39, e-mail: svin26@mail.ru, ORCID 0000-0002-3123-1333

Лидия Валентиновна Кононова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, тел.: 8-918-785-85-25, e-mail: kononova-lidij@mail.ru, ORCID 0000-0003-3812-9099

Лидия Максимовна Смирнова, научный сотрудник, тел.: 8-918-870-16-05, e-mail: lms-2008@mail.ru, ORCID 0000-0002-1854-2735

Любовь Викторовна Ворсина, научный сотрудник, тел.: 8-988-086-44-92, e-mail: Lubaha@mail.ru, ORCID 0000-0003-1257-3562

Information about the authors

V.A. Pogodaev, Doctor of Agricultural Science, Professor, Chief Researcher, tel.: 8-918-785-85-25, e-mail: pogodaev_1954@mail.ru, ORCID 0000-0002-9165-1225.

I.G. Rachkov, Doctor of Agricultural Science, Chief Researcher, tel.: 8-918-756-75-39, e-mail: svin26@mail.ru, ORCID 0000-0002-3123-1333.

L.V. Kononova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, tel.: +7-918-747-47-37, e-mail: kononova-lidij@mail.ru, ORCID 0000-0003-3812-9099.

L.M. Smirnova, research fellow, tel.: 8-918-870-16-05, e-mail: lms-2008@mail.ru, ORCID 0000-0002-1854-2735

L.V. Vorsina, research fellow, tel.: 8-988-086-44-92, e-mail: Lubaha@mail.ru, ORCID 0000-0003-1257-3562.

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 27.02.2024; одобрена после рецензирования 10.03.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 27.02.2024; approved after reviewing 10.03.2024; accepted for publication 17.03.2024.

Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 142-151
Agricultural journal. 2024; 17 (1). P. 142-151.

Зоотехния и ветеринария

Научная статья

УДК 636.033

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.1.17.2024

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ИРАС ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Сергей Владимирович Свистунов¹, Нина Николаевна Бондаренко²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», Россия, Краснодар,
e-mail: svistunov@list.ru

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, Краснодар, e-mail: bondarienko.49@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – определить эффективность использования кормовой биологически активной добавки ИРАС при выращивании цыплят-бройлеров. Эксперимент по определению целесообразности использования добавки ИРАС проведён в республике Адыгея на базе крестьянско-фермерского хозяйства. Для осуществления эксперимента 200 суточных цыплят кросса Кобб-500 разделили на две группы. Условия содержания были одинаковые. Обе группы получали основной рацион в зависимости от возраста – старт, рост, финиш. Цыплята обеих групп получали стандартный комбикорм. Различие в кормлении заключалось в том, что одной из групп методом ступенчатого смешивания добавляли кормовую добавку ИРАС из расчёта 10 мл на 1 кг корма. Эта группа являлась опытной. Такие условия кормления продолжались на протяжении всего технологического цикла выращивания цыплят и способствовали тому, что к концу выращивания в опытной группе наблюдалось увеличение живой массы цыплят на 124,0 г, что равнялось 6,2 %. Разница по сравнению с контролем была статистически достоверной. Введение кормовой добавки в рацион птицы опытной группы обеспечило достоверное увеличение среднесуточного прироста живой массы на 6,36 %. При анализе сохранности птицы установлено, что этот показатель составил в опытной группе 98,0 % против 97,0 % в контроле. Использование кормовой добавки в рационах птицы опытной группы обеспечило снижение затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 0,03 кг. Индекс эффективности выращивания бройлеров в контрольной группе равнялся 269 единиц, а в опытной – 294. Убойные и мясные качества оказались выше в опытном образце. Убойный выход тушек цыплят опытной группы превышал показатель в контроле на 0,83 % и составил 73,1 %. Общая масса мышц в контрольной группе насчитывала 914,5 г., а в опытной – 933,8 г.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовая добавка, живая масса, затраты корма, индекс эффективности, убойный выход, экономическая эффективность.

Для цитирования: Свистунов С.В., Бондаренко Н.Н. Эффективность использования кормовой добавки ИРАС при выращивании цыплят-бройлеров // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (17). С. 142-151.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.1.17.2024

Zootechny and veterinary science

Original article

EFFECTIVENESS OF THE USE OF IRAS FEED ADDITIVE IN THE RAISING OF BROILER CHICKS

Sergey V. Svistunov¹, Nina N. Bondarenko²

¹ FSBSI “Krasnodar Research Centre of Animal Husbandry and Veterinary Medicine”, Russia, Krasnodar, E-mail: svistunov@list.ru

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, Russia, Krasnodar, E-mail: bondarienko.49@mail.ru

Abstract. The purpose of the studies is to determine the effectiveness of the use of the biologically active feed additive IRAS in the raising of broiler chicks. The experiment to determine the practicability of using IRAS additive was carried out in the Republic of Adygea on the basis of a peasant farm enterprise. In order to conduct the experiment, 200 day-old chicks of Cobb-500 cross were divided into two groups. The conditions of keeping were the same. Both groups received the basic diet depending on age: start, growth, finish. Chicks of both groups received standard compound feed. The difference in feeding was that in one of the groups, IRAS feed additive was added using a stepwise mixing method at the rate of 10 ml per 1 kg of feed. That group was experimental. Such feeding conditions continued throughout the technological cycle of growing chicks. They contributed to the fact that by the end of raising in the experimental group, an increase in the live weight of chicks of 124,0 g was observed, which was 6,2%. The difference compared to the control was statistically significant. The introduction of a feed additive into the diet of poultry of the experimental group ensured a significant increase in the daily live weight gain by 6,36%. When analyzing the poultry livability, it was found that this indicator was 98,0% in the experimental group versus 97,0% in the control. The use of a feed additive in the diets of poultry of the experimental group ensured a reduction in feed costs by 1 kg of gain of 0,03 kg. The broiler growth efficiency index in the control group was 269 units, and in the experimental group – 294. The slaughter and meat qualities were higher in the test sample. The slaughter yield of chick carcasses of the experimental group exceeded the control indicator by 0,83% and amounted to 73,1%. The total muscle mass in the control group was 914,5 g, and in the experimental group – 933.8 g.

Key words: broiler chicks, feed additive, live weight, feed costs, efficiency index, slaughter yield, economical effectiveness.

For citation: Svistunov S.V., Bondarenko N.N. Effectiveness of the use of IRAS feed additive in the raising of broiler chicks // Agricultural Journal. 2024. No. 17 (1). P. 142-151. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/014.1.17.2024

Введение. Птицеводство – это интенсивно развивающаяся отрасль сельского хозяйства, продукты которой относят к наиболее востребованным. Особенностью мясных продуктов птицы является то, что они содержат полноценный животный белок и низкое содержание жира, что позволяет считать мясо птицы диетическим пищевым продуктом. Ценность мяса характеризуется также содержанием большого количества микроэлементов и витаминов.

Учитывая востребованность птицеводческой продукции, решаются вопросы, способствующие её увеличению с одновременным повышением уровня рентабельности. Вторым значимым фактором в отрасли птицеводства считается её скороспелость при минимальных материальных затратах по сравнению с другими отраслями животноводства [1].

Повысить продуктивность птицы и уменьшить материальные затраты, в частности на корма, возможно при балансировании рациона таким образом, чтобы обеспечить физиологические потребности всеми необходимыми питательными веществами [2, 3]. Добиться такого возможно за счёт введения в комбикорма различных кормовых добавок. Работами многочисленных авторов доказано положительное влияние кормовых добавок на зоотехнические, физиологические, биохимические процессы, а также на качество птицеводческой продукции [4–9]. Разработка и внедрение в производство новых кормовых добавок – актуальная задача в настоящее время. Особенный интерес представляют биологически активные добавки, способные заменить кормовые антибиотики [10, 11]. Запрет на использование кормовых антибиотиков, длительное применение которых привело к антибиотикорезистентности у животных и людей, послужило толчком к активному поиску кормовых биологически активных добавок нового поколения [12, 13]. Применение пробиотических добавок в кормлении птицы представляется перспективным направлением. Кормовые добавки нового поколения доказали эффективность их использования в птицеводстве: повысились продуктивность птицы, сохранность поголовья, снизились затраты корма, что оказало существенное влияние на уровень рентабельности производства.

Введение в рацион птицы подобных добавок способствует повышению продуктивности и сохранности поголовья, улучшает процессы пищеварения, поддерживает нормальную микрофлору кишечника, способствует снижению затрат корма. Всё это оказывает существенное влияние на экономические показатели производства [14–19].

В качестве альтернативы антибиотикам предлагается использовать фитогенные кормовые добавки. Фитогенные добавки – натуральные продукты, обладающие рядом положительных свойств: антимикробными, антиоксидантными, противовоспалительными, ростостимулирующими и т. д. [9]. Основу разработанной нами кормовой добавки ИРАС составляют отвары лекарственных трав.

Материал и методы исследований. Эффективность использования кормовой добавки в рационах мясных цыплят определена проведением научно-хозяйственного опыта. Место проведения – крестьянско-фермерское хозяйство в Республике Адыгея. Для этого использовали 200 цыплят кросса Кобб-500. Опыт продолжался с первых по сороковые сутки, т. е. в течение всего технологического цикла выращивания (таблица 1).

Таблица 1

Схема опыта

Table 1

Experimental scheme

Условия кормления с 1-х по 40-е сутки	Группа	
	контроль	опыт
ОР (основной рацион)	+	–
ОР + 10 мл кормовой добавки ИРАС на 1 кг комбикорма	–	+

Эксперимент продолжался в течение 40 суток. Контрольная группа бройлеров с первых по сороковые сутки получала ОР в соответствии с возрастом – старт, рост, финиш. Птице опытной группы в течение всего технологического цикла (1–40-е сутки) дополнительно к ОР вводили 10,0 мл кормовой биологически активной добавки ИРАС на 1 кг комбикорма. Кормовую добавку вводили в комбикорм методом ступенчатого смешивания.

В течение всего периода научно-хозяйственного эксперимента учитывали отход птицы с установлением причины падежа. Прирост живой массы бройлеров контролировали индивидуальным взвешиванием 20 голов из каждой группы в суточном, 10, 20, 30 и 40-суточном возрасте.

Расход комбикорма учитывали ежедневно по разности между заданным количеством и остатком. В 40-суточном возрасте 10 цыплят из каждой группы подвергли убою. В ходе анатомической разделки тушек определяли массу потрошённой тушки, съедобных, несъедобных частей и массу мышц. Рассчитывали убойный выход.

Материал, полученный при проведении эксперимента, обработали стандартными методами биометрии.

Результаты исследований и их обсуждение. Повышение продуктивности птицы – основная задача нашего эксперимента, поэтому контроль динамики живой массы являлся первоочередной задачей (таблица 2).

Таблица 2

Динамика живой массы бройлеров, г., $M \pm m$

Table 2

Dynamics of live weight of broilers, g., $M \pm m$

Группа	Живая масса бройлеров в возрасте, г.			
	1	20	30	40
контроль	40,2±0,01	801,4±11,70	1264,5±9,70	2001,3±18,20
опыт	40,1±0,02	826,6±9,60	1341,6±10,20*	2125,3±19,30*

Примечание: * – разница достоверна при $P \leq 0,05$.

Введение кормовой добавки ИРАС в рацион бройлеров опытной группы обеспечило достоверное увеличение живой массы птицы уже в 30-суточном возрасте. Разница с результатом контрольной группы составила 77,1 г. (6,1 %). К концу периода выращи-

вания введение кормовой добавки в рацион птицы опытной группы обеспечило увеличение живой массы, в сравнении с контролем, на 124 г и составило 2 125,3 г. Разница между группами – 6,2 % – статистически достоверна в пользу опытного варианта.

Более объективно скорость роста птицы можно проследить по их среднесуточным приростам живой массы (таблица 3).

Среднесуточный прирост живой массы мясных цыплят имел различие уже в 20-суточном возрасте. Разница по данному показателю оказалась статистически достоверна до конца выращивания бройлеров. В 30-суточном возрасте этот показатель был выше в опытном варианте на 5,19 г (11,21 %), в 40-суточном возрасте – на 4,69 г (6,37 %). За весь технологический цикл выращивания мясных цыплят среднесуточный прирост живой массы опытной птицы составил 52,13 г, что больше контрольного показателя на 3,11 г (6,34 %).

Таблица 3

Среднесуточный прирост живой массы цыплят, г, $M \pm m$

Table 3

Average daily gain in live weight of chicks, g, $M \pm m$

Возраст, сут.	Группа	
	контроль	опыт
1–20	38,06 $\pm$ 1,02	39,32 $\pm$ 1,12
20–30	46,31 $\pm$ 1,32	51,50 $\pm$ 1,97*
30–40	73,68 $\pm$ 3,13	78,37 $\pm$ 4,01*
1–40	49,02 $\pm$ 2,52	52,13 $\pm$ 2,28*

Сохранность поголовья находилась на достоверно высоком уровне. В контрольной группе зарегистрировано три случая падежа, в опытной – два. Во всех случаях причинами падежа стал травматизм цыплят.

Зоотехнические показатели выращивания мясных цыплят представлены в таблице 4.

Таблица 4

Зоотехнические показатели выращивания бройлеров

Table 4

Zootechnical characteristics of broiler rearing

Группа	Показатели			
	живая масса перед убоем, г	затраты корма на 1 голову, г	затраты корма на 1 кг прироста, кг	ЕРЕЕ (индекс эффективности выращивания бройлеров), ед.
Контрольная	2 001,30	3 602,34	1,80	269
Опытная	2 125,30	3 761,78	1,77	294

Анализируя полученные данные по затратам корма при выращивании мясных цыплят, можно сделать вывод, что затраты корма на 1 голову были выше в опытной группе, но при расчёте на 1 кг прироста в опытной группе обсуждаемый показатель оказался ниже, чем в контрольной группе на 0,03 кг, что в масштабах производства имеет немаловажное значение.

Полученные зоотехнические показатели позволили рассчитать индекс эффективности выращивания бройлеров. Включение в рацион цыплят опытной группы кормовой биологически активной добавки ИПАС способствовало увеличению ЕРЕЕ на 25 единиц, по сравнению с результатом, полученным в контрольной группе.

Мясные качества птицы оценивают по убойному выходу тушки и массе мышц. Для характеристики убойных и мясных качеств бройлеров в конце опыта по 10 голов птицы из каждой группы подлежали убою (рисунок).

Убойный выход тушек цыплят опытной группы превышал данный показатель в контроле на 0,83 % и равнялся 73,1 %. Масса мышц в контрольной группе составила 914,5 г, а в опытной – 933,8 г, разница в пользу опытной группы – 19,3 г (2,11 %).

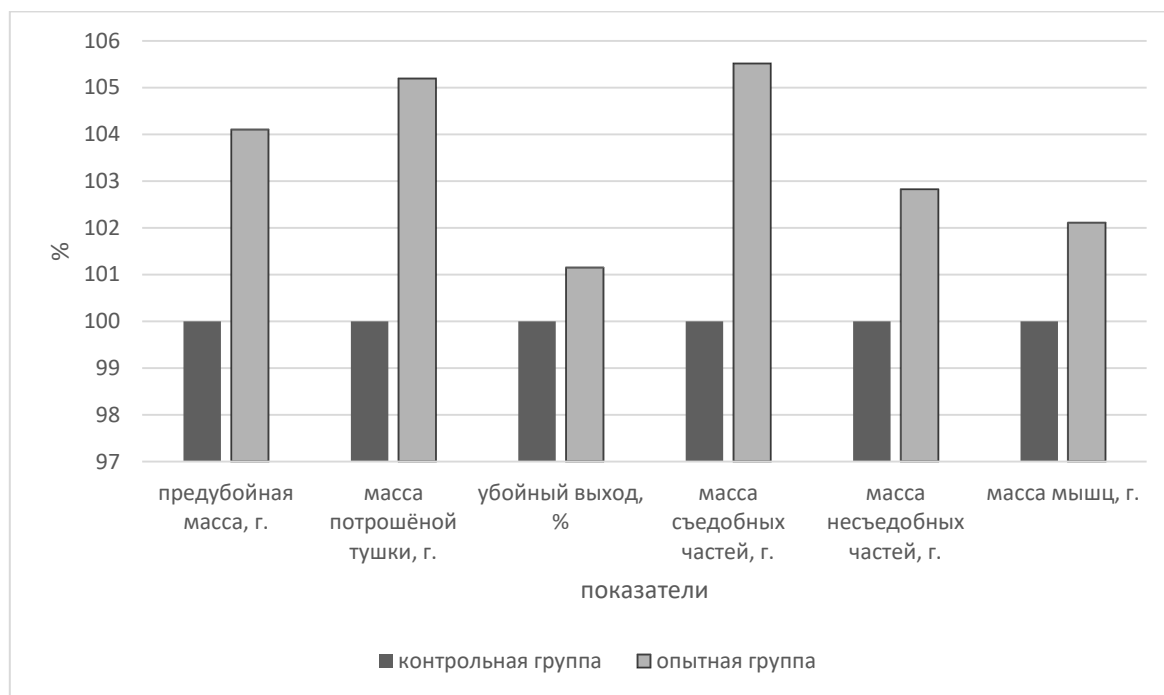


Рисунок. Убойные и мясные качества цыплят
Figure 1. Slaughter performance and meat quality of chicks

Закключение. Использование кормовой биологически активной добавки в рационах цыплят-бройлеров в дозе 10,0 мл на 1 кг комбикорма оказала положительное влияние на изучаемые зоотехнические показатели, убойные и мясные качества мяса птицы.

Список источников

1. Погодаев В.А., Канивец В.А. Продуктивность и интерьерные особенности индеек в зависимости от плотности посадки в клеточных батареях КБИ-2-00.000 // Птица и птицепродукты. 2012. № 2. С. 32–35. eLIBRARY ID: 16589617. EDN: NZAUNX.
2. Зыков С.А. Современные тенденции развития птицеводства / С.А. Зыков // Эффективное животноводство. 2019. № 4 (152). С. 51–54. EDN НРСТМС.
3. Основы кормления сельскохозяйственной птицы с применением кормовых добавок, альтернативных антибиотикам / Л.И. Подобед, И.И. Кочиш, И.Н. Никонов, Ю.Е. Кузнецов. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО СПбГАВМ, 2019. 302 с. ISBN 978-5-6041818-2-9. EDN BYZDSB.
4. Борисенко К.В. Влияние ввода кормовой протеазы на продуктивность, переваримость питательных веществ, биохимические показатели крови цыплят-бройлеров / К.В. Борисенко, В.Г. Вертипрахов // Зоотехния. 2019. № 2. С. 20–26. DOI 10.25708/ZT.2019.25.87.005. – EDN ZAQDYT.
5. Буяров В.С. Эффективность применения синбиотика «ПроСтор» в птицеводстве / В.С. Буяров, С.Ю. Метасова // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 161, № 3. С. 408–421. DOI 10.26907/2542-064X.2019.3.408-421. – EDN BLIDTM.
6. Горковенко Н.Е. Влияние функциональной кормовой добавки на продуктивность, иммунный статус и микробиом кишечника кур-несушек / Н.Е. Горковенко Н.Н. Бондаренко А.Н. Шевченко Д.О. Алферов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 104. С. 139–146. DOI 10.21515/1999-1703-104-139-146. – EDN RCPVJD.
7. Применение кормовых добавок в рационах цыплят-бройлеров / В.А. Овсепьян, Н.А. Юрина, И.Р. Тлецерук, Д.А. Юрин. – Краснодар: Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, 2023. 166 с. ISBN 978-5-6049201-7-6. – DOI 10.48612/monograph-2023-1. – EDN WGBYZR.
8. Лавриненко К.В. Опыт применения комплекса кормовых добавок на основе органических кислот и их солей в рационах цыплят-бройлеров кросса «росс-308» / К.В. Лавриненко, П.П. Корниенко // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2023. № 2 (28). С. 105-112. – EDN SKXDYQ.
9. Дмитриев Н.О. Морфобиохимические показатели крови бройлеров при применении добавки «Reasil® Humic Health» / Н.О. Дмитриев, В.В. Салаутин, Н.А. Пудовкин, Е.Ю. Терентьева // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 77–80. DOI 10.28983/asj.y2023i1pp77-80. – EDN EURZWY.
10. Эффективность использования нетрадиционного корма в кормлении сельскохозяйственной птицы / С.И. Николаев, А.К. Карапетян, М.В. Струк [и др.] // Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 272–279. – DOI 10.32786/2071-9485-2018-04-39. – EDN YXTWFF.
11. Подольников В.Е. Повышение мясных качеств цыплят-бройлеров под воздействием оздоровительной добавки кормовой (ОДК) «Гумэл Люкс» / В.Е. Подольников, Л.Н. Гамко, М.В. Подольников // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 4 (98). С. 29–34. DOI 10.52691/2500-2651-2023-98-4-29-34. – EDN TWOLKS.

12. Сложенкина М.И. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием новых кормовых добавок на основе лактулозы / М.И. Сложенкина, И.Ф. Горлов, А.Г. Храмцов [и др.] // Птица и птицепродукты. 2021. № 1. С. 17–20. DOI 10.30975/2073-4999-2020-23-1-17-20. – EDN ХСКQQS.
13. Сложенкина М.И. Влияние лактулозы в составе новых кормовых добавок на характеристики мясной продуктивности и обменные процессы бройлеров / М.И. Сложенкина, И.Ф. Горлов, З.Б. Комарова [и др.] // Аграрная Россия. 2022. № 4. С. 32–36. DOI 10.30906/1999-5636-2022-4-32-36. – EDN BNQZYU.
14. Вертипрахов В.Г. Использование фитобиотика и пробиотика в комбикормах для мясных кур селекции СГЦ «Смена» / В.Г. Вертипрахов, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова [и др.] // Ветеринария и кормление. 2020. № 6. С. 7–12. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-6-2. – EDN ІМКAYB.
15. Багно О.А. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных / О.А. Багно, О.Н. Прохоров, С.А. Шевченко [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 4. С. 687–697. DOI 10.15389/agrobiology.2018.4.687rus. – EDN UZBLPC.
16. Игнатович Л.С. Фитобиотики в рационах кур-несушек различных кроссов, влияние генотипа на оплату корма / Л.С. Игнатович // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52, № 6. С. 85–93. DOI 10.26898/0370-8799-2022-6-10. – EDN IBRGOQ.
17. Шацких Е.В. Продуктивные качества цыплят-бройлеров при использовании в рационе фитобиотической кормовой добавки / Е.В. Шацких, А.И. Нуфер // Птица и птицепродукты. 2020. № 5. С. 39–41. DOI 10.30975/2073-4999-2020-22.
18. Лавриненко К.В. Альтернатива антимикробным препаратам в рационах цыплят-бройлеров / К.В. Лавриненко, П.П. Корниенко // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (73). С. 178–181. EDN MMXXKQ.
19. Шацких Е.В. Натуральные альтернативные стимуляторы роста и их влияние на продуктивность цыплят-бройлеров / Е.В. Шацких, А.И. Нуфер, Д.М. Галиев // Птицеводство. 2020. № 1. С. 31–36. DOI 10.33845/0033-3239-2020-69-1-31-36. – EDN PKRUPL.

References

1. Pogodaev V.A., Kanivets V.A. Productivity and internal structure characteristics of turkeys depending on density in cage batteries KBI-2-00.000 // Poultry and chicken products. 2012. No. 2. P. 32-35. eLIBRARY ID: 16589617. EDN: NZAUNX
2. Zykov S. A. Modern trends in the development of poultry farming / S. A. Zykov // Effective animal husbandry. 2019. No. 4(152). P. 51-54. EDN HPCTMC.
3. Fundamentals of feeding farm poultry using feed additives alternative to antibiotics / L. I. Podobed, I. I. Kochish, I. N. Nikonov, Yu. E. Kuznetsov. – St. Petersburg: FSBEI HE St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2019. 302 p. ISBN 978-5-6041818-2-9. EDN BYZDSB.
4. Borisenko K. V. Effect of introducing feed protease on productivity, digestibility of nutrients, biochemical blood parameters of broiler chickens / K. V. Borisenko, V. G. Vertiprakhov // Zootechniya. 2019. No. 2. P. 20-26. DOI 10.25708/ZT.2019.25.87.005. – EDN ZAQDYT.
5. Buiaarov V. S. Efficiency of using the synbiotic “ProStor” in poultry farming / V. S. Buiaarov, S. Yu. Metasova // Proceedings of Kazan University. Series: Natural Sciences. 2019. V. 161, No. 3. P. 408-421. DOI 10.26907/2542-064X.2019.3.408-421. – EDN BLIDTM.

6. Gorkovenko N. E. Influence of a functional feed additive on productivity, immune status and gut microbiome of laying hens / N. E. Gorkovenko N. N. Bondarenko A. N. Shevchenko D. O. Alferov // Works of the Kuban state agrarian university. 2023. No. 104. P. 139-146. DOI 10.21515/1999-1703-104-139-146. – EDN PCPVJD.
7. Use of feed additives in the diets of broiler chickens / V. A. Ovsepiyan, N. A. Yurina, I. R. Tletseruk, D. A. Yurin. – Krasnodar: Krasnodar Scientific Center of Animal Science and Veterinary Medicine, 2023. 166 p. ISBN 978-5-6049201-7-6. – DOI 10.48612/monograph-2023-1. – EDN WGBYZR.
8. Lavrinenko K. V. Experiment of using a complex of feed additives based on organic acids and their salts in the diets of broiler chickens of the Ross-308 cross / K. V. Lavrinenko, P. P. Kornienko // Actual issues in agricultural biology. 2023. No. 2(28). P. 105-112. – EDN SKXDYQ.
9. Dmitriev N. O. Morphobiochemical parameters of broiler blood when using the additive “Reasil® Humic Health” / N. O. Dmitriev, V. V. Salautin, N. A. Pudovkin, E. Yu. Terenteva // Agrarian Scientific Journal. 2023. No. 1. P. 77-80. DOI 10.28983/asj.y2023i1pp77-80. – EDN EURZWY.
10. Efficiency of using non-traditional feed in feeding poultry / S. I. Nikolaev, A. K. Karapetian, M. V. Struk [et al.] // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. – 2018. – No. 4(52). – P. 272-279. – DOI 10.32786/2071-9485-2018-04-39. – EDN YXTWFF.
11. Podolnikov V. E. Increasing the meat quality of broiler chickens under the influence of the health-improving feed additive (HFA) “Gumel Lux” / V. E. Podolnikov, L. N. Gamko, M. V. Podolnikov // Vestnik of the Bryansk state agricultural academy. 2023. No. 4(98). P. 29-34. DOI 10.52691/2500-2651-2023-98-4-29-34. – EDN TWOLKS.
12. Slozhenkina M. I. Growing broiler chickens with the use new feed additives based on lactulose / M. I. Slozhenkina, I. F. Gorlov, A. G. Khramtsov [et al.] // Poultry and chicken products. 2021. No. 1. P. 17-20. DOI 10.30975/2073-4999-2020-23-1-17-20. – EDN XCKQQS.
13. Slozhenkina M. I. Influence of lactulose in the composition of new feed additives on the characteristics of meat productivity and metabolic processes of broilers / M. I. Slozhenkina, I. F. Gorlov, Z. B. Komarova [et al.] // Agrarian Russia. 2022. No. 4. P. 32-36. DOI 10.30906/1999-5636-2022-4-32-36. – EDN BNQZYU.
14. Vertiprakhov V. G. Use of phytobiotics and probiotics in compound feeds for meat chickens selected by the Genetic Selection Centre “Smena” / V. G. Vertiprakhov, I. A. Egorov, T. N. Lenkova [et al.] // Veterinaria i kormlenie. 2020. No. 6. P. 7-12. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-6-2. – EDN IMKAYB.
15. Bagno O. A. Phytobiotics in feeding agricultural animals / O. A. Bagno, O. N. Prokhorov, S. A. Shevchenko [et al.] // Agricultural biology. 2018. V. 53, No. 4. P. 687-697. DOI 10.15389/agrobiology.2018.4.687rus. – EDN UZBLPC.
16. Ignatovich L. S. Phytobiotics in the diets of laying hens of various crosses, the influence of genotype on the cost of feed / L. S. Ignatovich // Siberian Herald of Agricultural Science. 2022. V. 52, No. 6. P. 85-93. DOI 10.26898/0370-8799-2022-6-10. – EDN IBRGOQ.
17. Shatskikh E.V. Productive qualities of broiler chickens when using a phytobiotic feed additive in the diet / E.V. Shatskikh, A.I. Nufer // Poultry and chicken products. 2020. No. 5. P. 39-41. DOI 10.30975/2073-4999-2020-22
18. Lavrinenko K.V. Alternative to antimicrobial agents in the diets of broiler chickens / K.V. Lavrinenko, P.P. Kornienko // Bulletin of Michurinsk state agrarian university. 2023. No. 2(73). P. 178-181. EDN MMXXKQ.

19. Shatskikh E.V. Natural alternative growth promoters and their influence on the productivity of broiler chickens / E.V. Shatskikh, A.I. Nufer, D.M. Galiev // Poultry farming. 2020. No. 1. P. 31-36. DOI 10.33845/0033-3239-2020-69-1-31-36. – EDN PKRUPL.

Сведения об авторах

Сергей Владимирович Свистунов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», тел.: 8-918-420-19-12, e-mail: svistunov@list.ru, ORCID 0000-0002-9098-9953
Нина Николаевна Бондаренко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», тел.: 8-918-448-04-23, e-mail: bondarienko.49@mail.ru, ORCID 0000-0003-0232-4861

Information about the authors

S.V. Svistunov, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the FSBSI “Krasnodar Research Centre of Animal Husbandry and Veterinary Medicine”, tel. 8-918-420-19-12, e-mail: svistunov@list.ru, ORCID 0000-0002-9098-9953
N.N. Bondarenko, Doctor of Agricultural Science, Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin”, tel.: 8-918-448-04-23, e-mail: bondarienko.49@mail.ru, ORCID 0000-0003-0232-4861

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication and declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 30.01.2024; одобрена после рецензирования 10.02.2024; принята к публикации 17.03.2024.

The article was submitted 30.01.2024; approved after reviewing 10.02.2024; accepted for publication 17.03.2024.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ковтун В. И., Ковтун Л. Н. Адаптивный, универсальный сорт пшеницы мягкой озимой Степнячка 3	4
Заерко Т. А., Ермоленко В. Г., Ефимова И. Л. Новые клоновые подвои яблони для садов безопорной конструкции	13
Зайцев С. А., Бабушкин Д. Д., Рожкова А. А., Башинская О. С. Изменчивость хозяйственно ценных признаков льна в условиях правобережья Саратовской области	22
Капустин С. И., Багринцева Н. А., Самойленко А. В., Капустин А. С. Особенности использования цитоплазматической мужской стерильности в селекции сорго	33
Куколева С. С., Кибальник О. П., Степанченко В. И., Немкина Е. С. Корреляционная взаимосвязь образцов суданской травы при оценке засухоустойчивости	43
Соколенко Н. И., Сухарева А. А., Плетнёв В. В. Новый высокопродуктивный сорт озимого ячменя Данияр	51
Цаценко Н. Н., Браткова Л. Г., Макаров К. А., Машенко М. Н. Особенности развития оздоровленного IN VITRO винограда при использовании Бензихола и Этихола	59

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Дикарев А. Г., Свистунов С. В., Харитиди А. А. Результаты испытаний лошадей на Краснодарском ипподроме	70
Дикарев А. Г., Свистунов С. В., Енин И. А. Использование ресурсосберегающих технологий в мясном скотоводстве	87
Ефимова Н. И., Шумаенко С. Н. Отбор и формирование селекционных групп в племенных стадах тонкорунных пород овец, разводимых в Ставропольском крае	101
Жукова Е. В., Савина Е. Д., Кореневская П. А., Пастух О. Н. Качественная оценка молока – сырья отечественных пород крупного рогатого скота	109
Макарова Л. О., Щербатов В. И. Инновационный способ прединкубационного отбора перепелиных яиц	120
Погодаев В. А., Рачков И. Г., Кононова Л. В., Смирнова Л. М., Ворсина Л. В. Влияние пробиотиков нового поколения «Бифидум СХЖ» и «Зоонорм» на продуктивность молодняка овец	130
Свистунов С. В., Бондаренко Н. Н. Эффективность использования кормовой добавки Ирас при выращивании цыплят-бройлеров	142

CONTENT

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER INDUSTRY

Kovtun Viktor I., Kovtun Liudmila N. Adaptive, universal soft winter wheat variety Stepniachka 3	4
Zaerko Tatiana A., Ermolenko Vitalii G., Efimova Irina L. New clonal rootstocks of apple trees for gardens with unsupported construction	13
Zaitsev Sergei A., Babushkin Denis D., Rozhkova Anastasiia A., Bashinskaia Oksana S. Variability of agronomic traits of flax in the conditions of the right bank of the Saratov Region	22
Kapustin Sergei I., Bagrintseva Natalia A., Samoilenko Arkadii V., Kapustin Andrei S. Special aspects of the use of cytoplasmic male sterility in sorghum selective breeding	33
Kukoleva Svetlana S., Kibalnik Oksana P., Stepanchenko Viktoriia I., Nemkina Elena S. Correlation of sudan grass samples in the evaluation of drought resistance	43
Sokolenko Nina I., Suhareva Alesia A., Pletnev Vadim V. New high-yielding winter barley variety Daniar	51
Tsatsenko Nionila N., Bratkova Liubov G., Makarov Konstantin A., Mashchenko Marina N. Characteristics of the improved in vitro grape development with the use of Benzihol and Etihol	59

ZOOTECHNY AND VETERINARY SCIENCE

Dikarev Aleksandr G., Svistunov Sergei V., Kharitidi Afina A. Results of horse testing at the Krasnodar hippodrome	70
Dikarev Aleksandr G., Svistunov Sergei V., Enin Ivan A. Use of resource-saving technologies in beef cattle breeding	87
Efimova Nina I., Shumaenko Svetlana N. Selection and formation of selection groups in pedigree flocks of fine wool sheep breeds bred in the Stavropol Territory	101
Zhukova Ekaterina V., Savina Elizaveta D., Korenevskaiia Polina A., Pastukh Olga N. Qualitative assessment of milk – raw material of domestic cattle breeds	109
Makarova Liudmila O., Shcherbatov Viacheslav I. Innovative method of pre-incubation selection of quail eggs	120
Pogodaev Vladimir A., Rachkov Igor G., Kononova Lidiia V., Smirnova Lidiia M., Vorsina Lyubov Viktorovna Influence of new generation probiotics “Bifidum fa” and “Zoonorm” on the productivity of young sheep	130
Svistunov Sergey V., Bondarenko Nina N. Effectiveness of the use of Iras feed additive in the raising of broiler chicks	142

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
№1(17), 2024

ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»

Теоретический
и научно-практический журнал

Заказ № 65. Подп. к печ. 15.03.2024 г. Дата выхода в свет 25.03.2024 г.
Формат 60x84-1/8 Тираж 300 экз. Объем 9,6 печ. л.

Цех оперативной полиграфии «Северо-Кавказский ФНАЦ»,
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15