



ISSN: 1997-3225
DOI: 10.55170/1997-3225

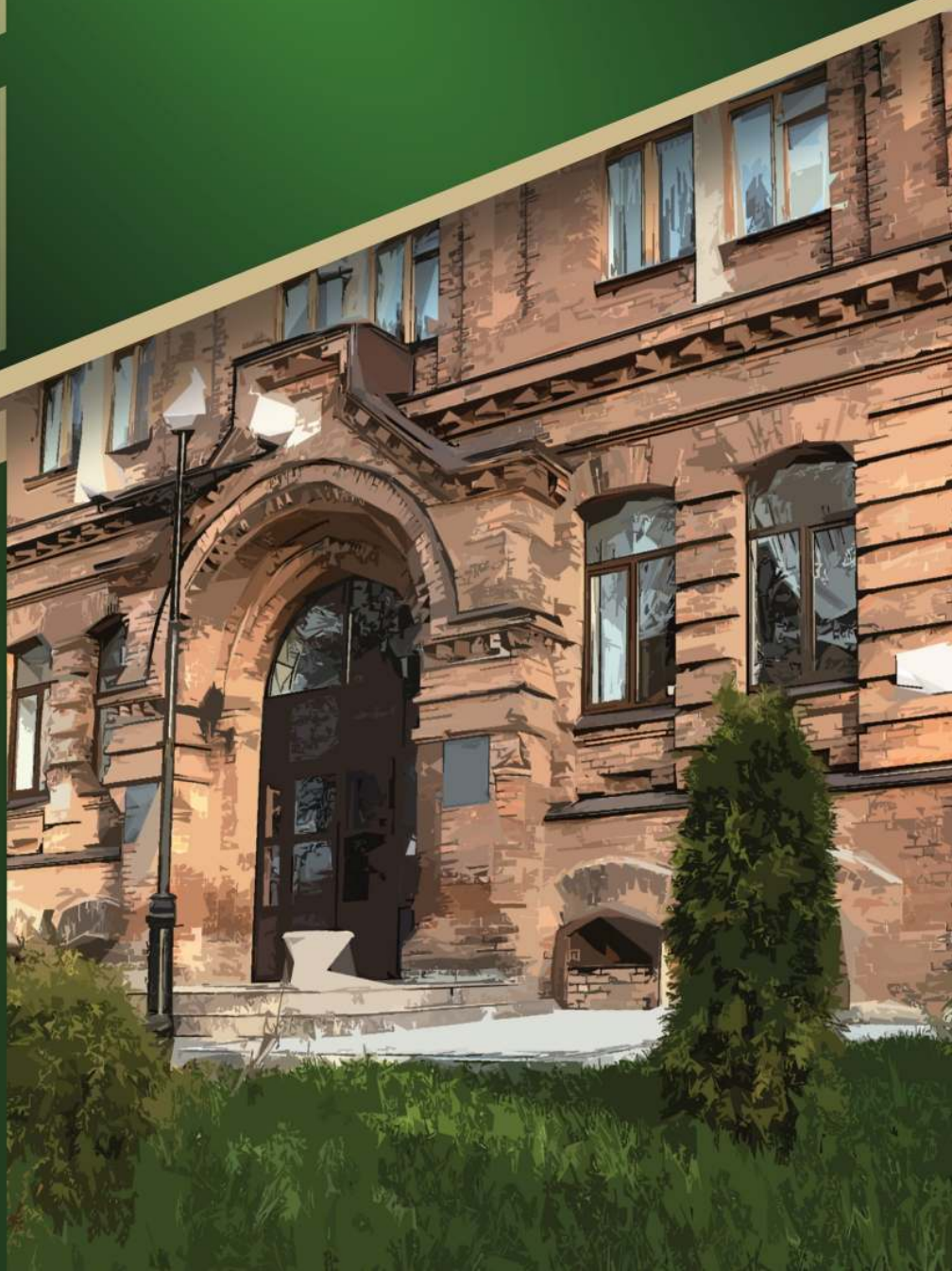
Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

2025

ЯНВАРЬ-МАРТ
№1 (77)

16+



ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

ЯНВАРЬ-МАРТ

№ 1 (77) 2025

Самара 2025

BULLETIN

Samara State
Agricultural Academy

JANUARY-MARCH

№ 1 (77) 2025

Samara 2025

УДК 63
ИЗ3

Известия

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

№ 1 (77) 2025

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ:
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ

Главный редактор: Машков Сергей Владимирович

Редакционно-издательский совет:

Машков Сергей Владимирович – кандидат экономических наук, доцент, главный редактор, председатель редакционно-издательского совета; Самарский ГАУ.
Ишкин Павел Александрович, кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора; Самарский ГАУ.
Васин Василий Григорьевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и земледелия Саратовского ГАУ.
Троц Наталья Михайловна – д-р с.-х. наук, проф. кафедры землеустройства, почвоведения и агрохимии Самарского ГАУ.
Шевченко Сергей Николаевич – академик РАН, д-р с.-х. наук, директор СамНЦ РАН.
Баталова Галина Аркадьевна – академик РАН, проф., д-р с.-х. наук, зам. директора по селекционной работе ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого.
Каплин Владимир Григорьевич – д-р биол. наук, проф., ведущий научный сотрудник Всероссийского НИИ защиты растений.
Виноградов Дмитрий Валериевич – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой агрономии и агротехнологий Рязанского ГАУ им. П. А. Костычева.
Еськов Иван Дмитриевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений и плодовоовощеводства Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова.
Мальчиков Петр Николаевич – д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник, зав. лабораторией селекции яровой твердой пшеницы Самарского НИИ сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова.
Баймишев Хамидулла Балтукханович – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой анатомии, акушерства и хирургии Самарского ГАУ.
Гадиев Ринат Равилович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных Башкирского ГАУ.
Карамеев Сергей Владимирович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры зоотехнии Самарского ГАУ.
Беллев Валерий Анатольевич – д-р ветеринар. наук, проф. кафедры терапии и фармакологии Ставропольского ГАУ.
Еремин Сергей Петрович – д-р ветеринар. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных Нижегородской ГСХА.
Сейтов Марат Султанович – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой незаразных болезней животных Оренбургского ГАУ.
Никитин Владимир Николаевич – д-р с.-х. наук, проф., декан факультета биотехнологии и природопользования, проф. кафедры химии Оренбургского ГАУ.
Варакин Александр Тихонович – д-р с.-х. наук, проф. кафедры частной зоотехнии Волгоградского ГАУ.
Крючин Николай Павлович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой механики и инженерной графики Самарского ГАУ.
Курочкин Анатолий Алексеевич – д-р техн. наук, проф. кафедры пищевых производств Пензенского ГТУ.
Ишмаков Александр Павлович – д-р техн. наук, проф. кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин Национального Исследовательского Мордовского ГУ им. Н. П. Огарева.
Уханов Александр Петрович – д-р техн. наук, проф. кафедры технического сервиса машин Пензенского ГАУ.
Курдюмов Владимир Иванович – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой агротехнологий, машин и безопасности жизнедеятельности Ульяновского ГАУ им. П. А. Столыпина.
Коновалов Владимир Викторович – д-р техн. наук, проф. кафедры технологий машиностроения Пензенского ГТУ.
Трансов Балуаш Бакишевич – академик КазНАЕН, КазАСХН, д-р с.-х. наук, проф., директор департамента животноводства НАО «Западно-Казакстанский АТУ им. Жангир хана».
Боинчан Борис Павлович – д-р с.-х. наук, проф., зав. отделом устойчивых систем земледелия, НИИ полевых культур «Селекция», г. Бэлць, Республика Молдова.

Редакция научного журнала:

Федорова Л. П. – ответственный редактор
Бабушкина Н. Ю. – технический редактор, корректор

Адрес редакции, издателя: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2
Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608)
E-mail: ssaariz@mail.ru

Отпечатано в типографии ООО «Слово»
Адрес типографии: 443070, Самарская область, г. Самара, ул. Песчаная, 1
Тел.: (846) 267-36-82
E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 84460
Цена свободная

Подписано в печать 24.03.2025
Формат 60×84/8. Печ. л. 11,9
Тираж 1000. Заказ № 2154
Дата выхода в свет 31.03.2025

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 23 мая 2019 года
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-75814

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2025

16+

UDC 63
I33

Bulletin

Samara State
Agricultural Academy

№ 1 (77) 2025

In accordance with Order of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Russian Ministry of Education and Science (VAK) the journal was included in the list of the peer-reviewed scientific journals, in which the major scientific results of dissertations for obtaining Candidate of Sciences and Doctor of Sciences degrees should be published.

ESTABLISHER and PUBLISHER:
FSBEI HE Samara SAU

Chief Editor: Mashkov Sergey Vladimirovich

Editorial and publishing council:

Mashkov Sergey Vladimirovich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Chief Editor, Editorial Board Chairman; Samara SAU.
Ishkin Pavel Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy. Chief Editor; Samara SAU.
Vasin Vasily Grigorevich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Head of the Department of Plant Growing and Agriculture Samara SAU.
Trots Natalia Mikhailovna – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of Land Management, Soil Science and Agrochemistry Samara SAU.
Shevchenko Sergey Nikolaevich – Academician of the RAS, Dr. of Ag. Sci., Director of the Samara Scientific Center RAS.
Batalova Galina Arkadievna – Academician of the RAS, professor, Dr. of Ag. Sci., Breeding work deputy director of the Federal Agrarian Scientific Center of the North-East, named after N. V. Rudnitsky.
Kaplin Vladimir Grigorievich – Dr. of Biol. Sci., Professor, leading researcher at the All-Russian Research Institute of Plant Protection.
Vinogradov Dmitry Valerievich – Dr. of Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Agronomy and Agrotechnologies of the Ryazan State University named after P. A. Kostychev.
Eskov Ivan Dmitrievich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Head of the Department of Plant Protection and Horticulture Saratov SAU named after N. I. Vavilov.
Malchikov Petr Nikolaevich – Dr. of Ag. Sci., Chief Researcher, Head of laboratory of spring durum wheat breeding of Samara Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov.
Baimishev Hamidulla Baltukhanovich – Dr. of Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Anatomy, Obstetrics and Surgery Samara SAU.
Gadiev Rinat Ravilovich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of Beekeeping, Private Animal Husbandry and Animal Breeding of the Bashkir SAU.
Karamaev Sergey Vladimirovich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of Animal Science of Samara SAU.
Belyaev Valery Anatolevich – Dr. of Vet. Sci., Professor of the Department of Therapy and Pharmacology Stavropol SAU.
Eremine Sergey Petrovich – Dr. of Vet. Sci., Professor, Head of the Department of Private Zootechny and breeding of farm animals of the Nizhny Novgorod SAA.
Seitov Marat Sultanovich – Dr. of Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Non-infectious Animal Diseases of the Orenburg SAU.
Nikulin Vladimir Nikolaevich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Biotechnology and Nature Management, Professor of the Chemistry Department Orenburg SAU.
Varakin Alexander Tikhonovich – Dr. of Ag. Sci., Professor of the Department of private zootechny Volgograd SAU.
Krjuchin Nikolay Pavlovich – Dr. of Tech. Sci., Professor, Head of the Mechanics and Engineering Schedules department Samara SAU.
Kurochkin Anatoly Alekseevich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department Food Manufactures, Penza STU.
Inshakov Alexander Pavlovich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department of Mobile Energy Means and Agricultural Machines of the National Research Mordovian SU named after N. P. Ogarev.
Ukhanov Alexander Petrovich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department of Technical Service of Machines of the Penza SAU.
Kurdyumov Vladimir Ivanovich – Dr. of Tech. Sci., Professor, Head of the Department Safety of Ability to Live and Power Ulyanovsk SAU named after P. A. Stolypin.
Konovalev Vladimir Viktorovich – Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department of Engineering Technology Penza STU.
Traisov Baluash Bakishevich – Academician of KazNAS, KazAAS, Dr. of Ag. Sci., Professor, Director of the Animal Husbandry Department of the SAU «West Kazakhstan ATU named after Zhangir Khan».
Boinchan Boris Pavlovich – Dr. of Ag. Sci., Professor, Head of the Department of Sustainable Agricultural Systems, Research Institute of Field Crops «Selection», Balti t., Republic of Moldova.

Edition science journal:

Fedorova L. P. – editor-in-chief
Babushkina N. Yu. – technical editor, proofreader

Editorial office, publisher: 446442, Samara Region, settlement Ust-Kinelskiy, Uchebnaya street, 2
Tel.: 8 939 754 04 86 (ext. 608)
E-mail: ssaariz@mail.ru

Printed in Print House LLC «Слово»
Address Print House: 443070, Samara Region, Samara, Peschanaya street, 1
Tel.: (846) 267-36-82
E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Subscription index in the United catalog «Press of Russia» – 84460

Price undefined

Signed in print 24.03.2025
Format 60×84/8. Printed sheets 11.9
Print run 1000. Edition № 2154
Publishing date 31.03.2025

The journal is registered Supervision Federal Service of Telecom sphere, information technologies and mass communications (Roscomnadzor) May 23, 2019
The certificate of registration of the PI number FS77-75814

© FSBEI HE Samara SAU, 2025

16+

Научная статья

УДК 634.1-15

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-3-9

ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРИВОЙНО-ПОДВОЙНЫХ КОМБИНАЦИЙ ЯБЛОНИ В МОЛОДОМ ПЛОДНОНОСЯЩЕМ САДУ

Евгений Александрович БочкаревГБУ СО «Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады», Самара, Россия
b_zemlya@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5563-8763>

Резюме. Цель исследований – выявление наиболее продуктивных комбинаций сортов местной селекции и подвоев, адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона, обеспечивающих повышение эффективности садоводства в Среднем Поволжье. Были изучены особенности роста и развития деревьев яблони в комбинациях различных сортов и клоновых подвоев разной силы роста и определены показатели продуктивности привойно-подвойных комбинаций яблони в молодом плодоносящем саду. В изучаемых привойно-подвойных комбинациях у сорта Куйбышевское максимальные площадь проекции, объем кроны и площадь поперечного сечения штамба обеспечивали подвои 64-143 и Урал 14, у сорта Спартак – Урал 8, у сорта Жигулевское – Урал 14. Минимальное развитие кроны в ее горизонтальной проекции и наименьшее освоение кронами площади сада было у сортов Куйбышевское и Спартак на подвое Урал 2, а у сорта Жигулевское – на подвое Урал 8. По продуктивности одного дерева у сорта Куйбышевское выделялись комбинации с подвоями 64-143 (14,2 кг/дер.) и Урал 14 (11,4 кг/дер.). У сорта Спартак наиболее продуктивными были деревья на подвоях Урал 14 (6,7 кг/дер.). Наиболее продуктивные комбинации сорта Жигулевское были с подвоями Урал 2 (4,7 кг/дер.) и Урал 14 (4,6 кг/дер.). Продуктивность одного дерева в наибольшей степени зависела от подвоя и взаимодействия сорта и подвоя. В целом, по комплексу показателей (продуктивность на 1 м² площади проекции кроны, 1 м³ объема кроны, 1 см² площади поперечного сечения штамба) наиболее выделялись комбинации сорта Куйбышевское с подвоями 64-143 и Урал 14, сорта Спартак с подвоем Урал 14, сорта Жигулевское с подвоями Урал 2 и Урал 14.

Ключевые слова: продуктивность, интенсивное садоводство, привойно-подвойная комбинация, яблоня, сорт, клоновый подвой

Для цитирования: Бочкарев Е. А. Показатели продуктивности привойно-подвойных комбинаций яблони в молодом плодоносящем саду // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 3-9.

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-3-9

Original article

PRODUCTIVITY INDICATORS OF STOCK-SCION COMBINATIONS OF APPLE TREES IN A YOUNG FRUIT-BEARING ORCHARD

Evgeny A. Bochkarev

Scientific Research Institute of Horticulture and Medicinal Plants «Zhigulevskie Sady», Samara, Russia

b_zemlya@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5563-8763>

Abstract. The purpose of the research is identify the most productive combinations of locally bred varieties and rootstocks adapted to the soil and climatic conditions of the region, ensuring an increase in the efficiency of horticulture in the Middle Volga region. The features of the growth and development of apple trees in combinations of various varieties and clone rootstocks of different growth strengths were studied and the productivity indicators of stock-scion combinations of apple trees in a young fruit-bearing orchard were determined. In the studied stock-scion combinations, the Kuibyshevskoe variety had the maximum projection area, crown volume, and cross-sectional area of the stamb provided by rootstocks 64-143 and Ural 14, the Spartak variety – Ural 8, and the Zhigulevskoe variety – Ural 14. The minimum development of the crown in its horizontal projection and the least development of the garden area by the crowns were in the Kuibyshevskoe and Spartak varieties on the Ural 2 rootstock, and in the Zhigulevskoe variety on the Ural 8 rootstock. According to the productivity of one tree, the Kuibyshevskoe variety had combinations with rootstocks 64-143 (14.2 kg/tree) and Ural 14 (11.4 kg/ tree). The Spartak variety had the most productive trees on the Ural 14 rootstocks (6.7 kg/tree). The most productive combinations of the Zhigulevskoe variety were with the Ural 2 (4.7 kg/tree) and Ural 14 (4.6 kg/tree) rootstocks. The productivity of one tree depended most on the rootstock and the interaction of the variety and the rootstock. In general, according to a set of indicators (productivity per 1 m² of crown projection area, 1 m³ of crown volume, 1 cm² of stamb cross-sectional area), combinations of Kuibyshevskoe variety with rootstocks 64-143 and Ural 14, Spartak variety with rootstock Ural 14, Zhigulevskoe variety with rootstocks Ural 2 and Ural 14 stood out the most.

Keywords: productivity, intensive gardening, stock-scion combination, apple tree, variety, clone rootstock

For citation: Bochkarev, E. A. (2025). Productivity indicators of stock-scion combinations of apple trees in a young fruit-bearing orchard. *Izvestija Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozjaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 3-9. (in Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-3-9

Одним из главных факторов, обеспечивающих максимальную реализацию потенциальной продуктивности насаждений и повышение эффективности садоводства, является использование высокопродуктивных, адаптивных комбинаций сортов и клоновых подвоев [1, 2, 3]. Такие показатели, как габитус деревьев, скороплодность, урожайность, стабильность плодоношения, качество плодов в первую очередь зависят от биологических особенностей роста и развития привойно-подвойной комбинации [4]. В связи с этим очень важно, на основании изучения биологии роста и формирования компонентов продуктивности определить оптимальное сочетание сортов и подвоев, наиболее адаптированных к условиям региона выращивания [5].

В качестве показателей продуктивности яблони могут рассматриваться продуктивность (урожай) одного дерева, удельная продуктивность кроны (продуктивность в килограммах на 1 м² площади проекции на почву и 1 м³ объема кроны), продуктивность фотосинтеза и др. Исследованиями в различных почвенно-климатических регионах установлено, что данные показатели могут значительно различаться в зависимости от привойно-подвойной комбинации [6, 7, 8].

Исследованиями Л. В. Григорьевой и О. А. Ершовой (2016) установлено, что в интенсивных садах высокопродуктивные привойно-подвойные комбинации яблони должны характеризоваться определенными параметрами, некоторые из которых следующие: высота кроны 2,8-3,0 м, диаметр кроны 1,5-2,0 м, урожай с одного дерева 15-20 кг, удельная продуктивность кроны 6-8 кг/м [9]. По мнению Л.В. Бобрович, Н.В. Андреевой, Л.И. Никоноровой (2021), показатели роста и продуктивности деревьев в яблоневом саду фактически определяются силой роста подвоя и особенностями роста и развития конкретных привойно-подвойных комбинаций, что обуславливает необходимость соответствующих исследований в этой области [10]. В связи с этим, **целью исследований** является выявление наиболее продуктивных комбинаций сортов местной селекции и подвоев, адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона, обеспечивающих повышение эффективности садоводства в Среднем Поволжье.

Задачи исследований:

1. Изучить особенности роста и развития деревьев яблони в комбинациях различных сортов и клоновых подвоев разной силы роста.
2. Определить продуктивность привойно-подвойных комбинаций яблони в молодом плодоносящем саду.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований служили сорта яблони Куйбышевское, Спартак и Жигулевское, привитые на клоновые подвои 54-118, 64-143, Урал 2, Урал 8 и Урал 14. Изучаемые сорта яблони были выведены на Куйбышевской зональной станции садоводства (ныне – научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады»); в настоящее время эти сорта включены в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Средневолжскому региону [11, 12, 13]. Клоновые подвои, используемые в привойно-подвойных комбинациях, испытывались в различных почвенно-климатических регионах и показали хорошую адаптивность к жестким континентальным климатическим условиям [14-17].

Исследования проводились в неорошаемом саду ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады», расположенном в с. Малая Царевщина, на верхней террасе в междуречье рек Волга и Сок. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный легкосуглинистый. Содержание гумуса в почве 1,2...1,8 %. Реакция почвенного раствора pH = 6,8...7,0. Сад был заложен двулетними саженцами осенью 2016 г. по схеме 6×4 м. На момент проведения исследований сад, начиная с даты посадки, имеет 8-летний возраст и является молодым плодоносящим садом.

На основании результатов ранее проведенных биометрических измерений [18] были рассчитаны величины, характеризующие рост и развитие деревьев (площадь проекции кроны на поверхность почвы, объем кроны, площадь поперечного сечения штамба), необходимые для последующего расчета показателей продуктивности привойно-подвойных комбинаций.

Исследования проводились на учетных деревьях в трехкратной повторности. Высоту деревьев, а также диаметр кроны в двух направлениях измеряли с помощью 3-метровой рейки с сантиметровыми делениями, диаметр штамба – с помощью штангенциркуля. Площадь проекции кроны на поверхность почвы вычисляли по формуле площади эллипса, площадь поперечного сечения штамба – по формуле площади круга, объем кроны – по формулам объема геометрических фигур, соответствующих габитусу кроны. Продуктивность одного дерева определяли весовым методом путем деления массы собранных с деланки плодов на количество учетных деревьев.

Результаты исследований. Площадь проекции кроны на поверхность почвы у деревьев сорта Куйбышевское на различных подвоях составляла 2,8...4,9 м², сорта Спартак – 1,5...2,5 м², сорта Жигулевское – 3,4...4,8 м² (табл. 1).

У сорта Куйбышевское наименьшие значения данного показателя отмечались в комбинациях с подвоями Урал 2 и 54-118. Существенное увеличение площади проекции кроны обеспечивали комбинации с подвоями 64-143 и Урал 14. По сорту Спартак отмечено, что, по сравнению с подвоем Урал 2, на других подвоях площадь проекции кроны увеличивалась с 1,5 м² до 2,1...2,5 м². У сорта Жигулевское наименьшая площадь проекции была у деревьев на подвоях Урал 2, Урал 8 и 54-118 – соответственно 3,4; 3,9 и 4,0 м². На подвоях 64-143 и Урал 14 значение этого показателя увеличивалось до 4,6...4,8 м². Математическая обработка данных показала, что влияние фактора «сорт» на площадь проекции кроны составляло 44,6%, а фактора «подвой» – 17,0 %. При этом влияние факторов сорта и подвоя было достоверным, а их взаимодействия – недостоверным.

Таблица 1

Рассчитанные показатели роста и развития деревьев в изучаемых привойно-подвойных комбинациях яблони в 8-летнем саду, 2024 г.

Сорт	Подвой	Показатели			
		площадь проекции кроны, м ²	объем кроны, м ³	площадь поперечного сечения штамба, см ²	освоение кронами площади сада, %
Куйбышевское	54-118	2,9	3,7	23,2	12,1
	64-143	4,9	8,1	41,9	20,4
	Урал 2	2,8	4,2	24,9	11,7
	Урал 8	3,0	4,4	26,9	12,5
	Урал 14	4,7	9,4	37,8	19,6
Спартак	54-118	2,4	3,6	27,4	10,0
	64-143	2,5	3,5	24,0	10,4
	Урал 2	1,5	1,8	13,5	6,3
	Урал 8	2,3	3,5	30,5	9,6
	Урал 14	2,1	2,9	24,1	8,8
Жигулевское	54-118	4,0	7,3	45,7	16,7
	64-143	4,6	7,8	40,0	19,2
	Урал 2	3,9	7,3	36,3	16,3
	Урал 8	3,4	5,8	33,9	14,2
	Урал 14	4,8	9,2	41,9	20,0
НСР ₀₅		1,4	3,1	10,2	–

По величине площади проекции кроны можно судить об освоении деревьями площади сада. У 8-летних деревьев сорта Куйбышевское кронами было освоено от 11,7% (на подвое Урал 2) до 20,4 % (на подвое 64-143) отведенной площади, сорта Спартак – от 6,3 % (на подвое Урал 2) до 10,4 % (на подвое 64-143), сорта Жигулевское – от 14,2% (на подвое Урал 8) до 20,0 % (на подвое Урал 14).

Таким образом, самое слабое развитие кроны в ее горизонтальной проекции и наименьшее освоение кронами площади сада в исследуемых привойно-подвойных комбинациях было у сортов Куйбышевское и Спартак на подвое Урал 2, а у сорта Жигулевское – на подвое Урал 8. Наибольшие площади проекции кроны на почву и большую освоенность отведенной площади у сортов Куйбышевское и Спартак обеспечивал подвой 64-143, у сорта Жигулевское – подвой Урал 14.

Объем кроны по вариантам опыта также зависел от сорта и подвоя. У сорта Куйбышевское на подвое 54-118 он был наименьшим – 3,7 м³, на подвоях Урал 2 и Урал 8 находился в пределах 4,2...4,4 м³, а на подвоях 64-143 и Урал 14 составлял 8,1...9,4 м³. По сорту Спартак практически не отмечено различий в объемах кроны в комбинациях с подвоями Урал 8, 64-143 и 54-118. У деревьев на этих подвоях он составлял 3,5...3,6 м³. Чуть меньше объем кроны был у деревьев на подвое Урал 14 (2,9 м³), а самым маленьким – на подвое Урал 2 (1,8 м³). У сорта Жигулевское наименьший объем кроны был в комбинации с подвоем Урал 8 – 5,8 м³, наибольший – с подвоем Урал 14 – 9,2 м³. На остальных подвоях формировались равнообъемные кроны в пределах 7,3...7,8 м³. В целом, можно отметить, что наименьший объем кроны у сорта Куйбышевское имели деревья на подвое 54-118, у сорта Спартак – на Урал 2, у сорта Жигулевское – на Урал 8. Максимальный объем кроны у сортов Куйбышевское и Жигулевское был сформирован на подвое Урал 14, у сорта Спартак – на подвоях 54-118, 64-143 и Урал 8. Доля влияния фактора сорта на этот показатель составляла 41,7%, подвоя – 15,2%, при этом влияние и сорта, и подвоя было достоверным.

Площадь поперечного сечения штамба у деревьев сорта Куйбышевское на подвоях 54-118, Урал 2 и Урал 8 составляла 23,2...26,9 см². Существенное увеличение значений этого показателя было в вариантах с подвоями 64-143 и Урал 14 – 37,8...41,9 см². У сорта Спартак площадь поперечного сечения штамба варьировала от 13,5 см² (на подвое Урал 2) до 30,5 см² (на подвое Урал 8). В комбинациях с подвоями 54-118, 64-143 и Урал 14 существенной разницы не наблюдалось, и значение этого показателя составляло 24,0...27,4 см². У деревьев сорта

Жигулевское по сравнению с другими сортами штамбы имели наибольшую площадь поперечного сечения – 33,9...45,7 см². Минимальные ее значения были в вариантах с подвоями Урал 2 и Урал 8, максимальные – с подвоем 54-118. На величину этого показателя оказывали достоверное влияние как отдельные факторы (сорт и подвой), так и их взаимодействие. Влияние фактора «сорт» составляло 40,6 %, фактора «подвой» – 13,7 %, взаимодействия факторов – 21,4 %.

В общем, характеризуя степень развития деревьев в изучаемых привойно-подвойных комбинациях, можно отметить, что у сорта Куйбышевское максимальные площадь проекции, объем кроны и площадь поперечного сечения штамба обеспечивали подвои 64-143 и Урал 14, у сорта Спартак – Урал 8, у сорта Жигулевское – Урал 14.

По продуктивности одного дерева у сорта Куйбышевское выделялись комбинации с подвоями 64-143 и Урал 14 – 14,2 и 11,4 кг соответственно. Наименьшая продуктивность была у деревьев на подвоях 54-118. Существенных различий в продуктивности деревьев на подвоях Урал 2 и Урал 8 не отмечено (табл. 2). У сорта Спартак наиболее продуктивными были деревья на подвоях Урал 14 – 6,7 кг/дер.; почти в 2 раза меньшую продуктивность сорта обеспечивали подвои 64-143 и Урал 8. На подвоях 54-118 и Урал 2 с одного дерева было получено в среднем 1,8-1,9 кг плодов. Наиболее продуктивные комбинации сорта Жигулевское были с подвоями Урал 2 и Урал 14 – 4,7 и 4,6 кг/дер. соответственно. Практически отсутствовал урожай на деревьях, привитых на подвое Урал 8.

Продуктивность одного дерева в наибольшей степени зависела от подвоя и взаимодействия сорта и подвоя (влияние фактора «сорт» – 17,3 %, «подвой» – 38,0 %, взаимодействия – 35,0 %). При этом, влияние на продуктивность как отдельных факторов, так и их взаимодействия было достоверным. О существенном влиянии подвоя на рост, развитие и продуктивность привойно-подвойных комбинаций яблони сообщают и другие авторы [4,19,20].

Таблица 2

Показатели продуктивности изучаемых привойно-подвойных комбинаций яблони в 8-летнем саду, 2024 г.

Сорт	Подвой	Показатели продуктивности, кг			
		продуктивность одного дерева	продуктивность на 1 м ² площади проекции кроны	продуктивность на 1 м ³ объема кроны	продуктивность на 1 см ² площади поперечного сечения штамба
Куйбышевское	54-118	1,8	0,6	0,5	0,1
	64-143	14,2	2,9	1,8	0,3
	Урал 2	2,4	0,9	0,6	0,1
	Урал 8	2,7	0,9	0,6	0,1
	Урал 14	11,4	2,4	1,2	0,3
Спартак	54-118	1,8	0,8	0,5	0,1
	64-143	3,2	1,3	0,9	0,1
	Урал 2	1,9	1,3	1,1	0,1
	Урал 8	3,0	1,3	0,9	0,1
	Урал 14	6,7	3,2	2,3	0,3
Жигулевское	54-118	2,2	0,6	0,3	0,1
	64-143	2,6	0,6	0,3	0,1
	Урал 2	4,7	1,2	0,6	0,1
	Урал 8	0,2	0,1	0	0
	Урал 14	4,6	1,0	0,5	0,1
НСР ₀₅		2,5	–	–	–

Расчет величины урожая на единицу площади проекции кроны позволяет судить об эффективности использования земельной площади, занятой насаждениями. У сорта Куйбышевское наиболее развитыми и продуктивными кронами обладали деревья на подвоях 64-143 и Урал 14. Удельная продуктивность кроны в комбинациях с подвоем 64-143 составляла 2,9 кг/м² и 1,8 кг/м³, а с подвоем Урал 14 – 2,4 кг/м² и 1,2 кг/м³. В вариантах с этими же подвоями продуктивность на 1 см² площади поперечного сечения штамба была 0,3 и 0,3 кг/см². В других привойно-подвойных комбинациях сорта Куйбышевское удельная продуктивность кроны не превышала 0,9 кг на единицу площади проекции и объема, а удельная продуктивность штамба – 0,1 кг на единицу площади сечения.

У сорта Спартак по продуктивности кроны и штамба выделялась комбинация с подвоем Урал 14, несмотря на то, что на этом подвое деревья уступали по площади проекции, объему кроны и диаметру штамба деревьям на подвое Урал 8. Так, на подвое Урал 14 продуктивность кроны составляла 3,2 кг/м² и 2,3 кг/м³, продуктивность штамба – 0,3 кг/см². На других подвоях продуктивность на 1 м² площади проекции была в пределах 0,8...1,3 кг, на 1 м³ объема кроны – 0,5...1,1 кг, на 1 см² площади сечения штамба – 0,1 кг.

Из привойно-подвойных комбинаций с сортом Жигулевское по наибольшей продуктивности, наряду с подвоем Урал 14, выделялась комбинация с подвоем Урал 2. В этих комбинациях удельная продуктивность была 1,0 и 1,2 кг/м², 0,5 и 0,6 кг/м³, 0,1 и 0,1 кг/см² соответственно.

Таким образом, наиболее продуктивными были следующие комбинации: Куйбышевское на подвоях 64-143 и Урал 14, Спартак на подвое Урал 14, Жигулевское на подвоях Урал 2 и Урал 14. О высокой продуктивности в различных почвенно-климатических зонах привойно-подвойных комбинаций с подвоями 64-143, Урал 2 и Урал 14 также сообщают О.И. Азаров, Е.З. Савин, Л.Г. Деменина (2015), О.Е. Мережко, Е.З. Савин и др. (2020), Г.Р. Мурсалимова (2019) и другие авторы [21, 22,23].

Заключение. По результатам проведенных исследований установлено, что самое слабое развитие кроны в ее горизонтальной проекции и наименьшее освоение кронами площади сада в исследуемых привойно-подвойных комбинациях было у сортов Куйбышевское и Спартак на подвое Урал 2, а у сорта Жигулевское – на подвое Урал 8. Наибольшие площади проекции кроны на почву и большую освоенность отведенной площади у сортов Куйбышевское и Спартак обеспечивал подвой 64-143, у сорта Жигулевское – подвой Урал 14.

Объем кроны у сорта Куйбышевское на подвое 54-118 он был наименьшим – 3,7 м³, на подвоях Урал 2 и Урал 8 находился в пределах 4,2...4,4 м³, а на подвоях 64-143 и Урал 14 составлял 8,1...9,4 м³. По сорту Спартак в комбинациях с подвоями Урал 8, 64-143 и 54-118 он составлял 3,5...3,6 м³, с подвоем Урал 14 – 2,9 м³, с подвоем Урал 2 – 1,8 м³. У сорта Жигулевское наименьший объем кроны был в комбинации с подвоем Урал 8 – 5,8 м³, наибольший – с подвоем Урал 14 – 9,2 м³. На остальных подвоях формировались равнообъемные кроны в пределах 7,3...7,8 м³.

Наибольшая площадь поперечного сечения штамба у деревьев сорта Куйбышевское была на подвое 64-143 (41,9 см²), сорта Спартак – на подвое Урал 8 (30,5 см²), сорта Жигулевское – на подвое 54-118 (45,7 см²).

По продуктивности одного дерева у сорта Куйбышевское выделялись комбинации с подвоями 64-143 и Урал 14 – 14,2 и 11,4 кг соответственно. У сорта Спартак наиболее продуктивными были деревья на подвоях Урал 14 – 6,7 кг/дер., у сорта Жигулевское на подвоях Урал 2 и Урал 14 – 4,7 и 4,6 кг/дер. соответственно. В целом, по комплексу показателей (продуктивность на 1 м² площади проекции кроны, 1 м³ объема кроны, 1 см² площади поперечного сечения штамба) наиболее выделялись комбинации сорта Куйбышевское с подвоями 64-143 и Урал 14, сорта Спартак с подвоем Урал 14, сорта Жигулевское с подвоями Урал 2 и Урал 14.

Список источников

1. Красова Н.Г. Резервы повышения конкурентоспособности современных садов яблони // Современное садоводство. 2019. № 1. С. 51-60. DOI: 10.24411/2312-6701-2019-10106 EDN: IWXAMR
2. Айсанов Т.С. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов и сорто-подвойных комбинаций яблони // Мичуринский агрономический вестник. 2018. № 1. С. 103-106. EDN: QTYUDZ
3. Бочкарев Е.А. Перспективные сорто-подвойные комбинации яблони для интенсивного садоводства в Среднем Поволжье // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. С. 72-80. DOI: 10.55170/1997-3225-2024-9-1-72-80 EDN: CEYMAL
4. Ефимова И.Л. Влияние генотипа подвоя на урожайность яблони в стрессовых условиях среды // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012. № 17(5). С. 22-27. EDN: PCEVQL
5. Григорьева Л.В. Агробиологические аспекты повышения продуктивности яблони в насаждениях ЦЧР РФ / Дисс. ... д-ра с.-х. наук. Мичуринск-научоград, 2015. 426 с. EDN: UTUCSP
6. Ершова О.А. Формирование продуктивности различных привойно-подвойных комбинаций яблони в интенсивном саду / Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск-научоград, 2011. 22 с. EDN: QFSMYT
7. Шахмирзоев Р.А. Продуктивность сорто-подвойных комбинаций яблони в условиях Дагестана // Селекция, семеноводство и генетика. 2018. № 4(22). С. 27-31.
8. Бейлахмедов И.А., Гасанов З.М. Биометрические показатели и продуктивность сорто-подвойных комбинаций яблони // Современное садоводство. 2015. № 1(13). С. 14-19. EDN: TPYBLJ
9. Григорьева Л.В., Ершова О.А. Комплексная оценка привойно-подвойных комбинаций яблони и эффективности их возделывания в садах интенсивного типа // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 5. С. 53-57. EDN: VZYTETL
10. Бобровиц Л.В., Андреева Н.В., Никонорова Л.И. Вариабельность основных показателей роста са-женцев яблони в питомнике // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 4. С. 120-125. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-4-120-125 EDN: GQYIXW
11. Реестр селекционных достижений [Электронный ресурс] (URL: <http://gossortrf.ru/registry/>) (дата обращения 27.01.2025 г.).
12. Минин А.Н. и др. Садоводство в Среднем Поволжье : монография / Под общ. редакцией А.Н. Минина. Самара : ООО «Слово», 2021. 635 с. ISBN: 978-5-6047579-5-6 EDN: CEXYIF

13. Минин А.Н. и др. Плодовые и ягодные культуры для Среднего Поволжья : монография / Под общ. редакцией А.Н. Мина. Самара : Издательство ИЭВБ РАН - филиал СамНЦ РАН, 2022. 293 с.
14. Бочкарев Е.А. Сравнительная характеристика клоновых подвоев яблони, допущенных к использованию в Средневожском регионе // Известия Дагестанского ГАУ. 2023. № 4 (20). С. 24-30. DOI: 10.52671/26867591_2023_4_24 EDN: DRKELW
15. Котов Л.А., Савин Е.З. Яблоня на клоновых подвоях в условиях Урала : учебно-научное пособие. Челябинск : Изд-во ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2021. 96 с.
16. Мережко О.Е., Савин Е.З. и др. Результаты изучения клоновых подвоев яблони в различных экологических условиях Волго-Уральского региона // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. № 63(1). С. 137-145. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-63-137-145 EDN: CEAVLG
17. Исамбетова З.Н. Поведение различных сортов яблони на полукарликовых подвоях в лесостепной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. №1(87). С. 102-106. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-87-1-102-106 EDN: GJJEWT
18. Бочкарев Е.А. Биометрические показатели деревьев в сорто-подвойных комбинациях яблони в молодом плодоящем саду // Известия Дагестанского ГАУ. 2024. № 4 (24). С. 36-42. DOI: 10.52671/26867591_2024_4_36 EDN: GQNYER
19. Григорьева Л.В., Балашов А.А., Ершова О.А. Урожай и рост привойно-подвойных комбинаций яблони в интенсивном саду // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 59-61. EDN: NDAZDF
20. Намозов И.Ч., Енилеев Н.Ш., Нормуратов И.Т. Влияние силы роста подвоев на развитие и продуктивность яблони при пальметтной системе выращивания // Аграрная наука. 2019. № 3. С. 59-61. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-323-3-59-61 EDN: PSJWGV
21. Азаров О.И., Савин Е.З., Деменина Л.Г. Перспективные клоновые подвои яблони Волго-Уральского региона // Вестник ОГУ. 2015. № 1(176). С. 120-123. EDN: TWQYCV
22. Мурсалимова Г.Р. Клоновые подвои яблони селекции Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства // Современное садоводство. 2019. № 2. С. 27-34. DOI: 10.24411/2312-6701-2019-10205 EDN: GQTPQU
23. Савин Е.З., Бочкарев Е.А., Березина Т.В. Поведение клоновых подвоев яблони в саду и маточнике // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (68). С. 50-58. DOI: 10.18286/1816-4501-2024-4-50-58 EDN: TKQHAZ

References

1. Krasova, N. G. (2019). Reserves of increase of competitiveness of modern apple orchards. *Sovremennoe sadovodstvo (Contemporary horticulture)*, 1, 51-60 (in Russ.).
2. Aysanov, T. S. (2018). Economic and biological characteristics of varieties and sort-underware combinations of apples. *Michurinsk Agronomic Bulletin*, 1, 103-106 (in Russ.).
3. Bochkarev, E. A. (2024). Perspective stock-variety combinations of apple tree for intensive gardening in the Middle Volga region. *Izvestija Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozjaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 72-80 (in Russ.).
4. Efimova, I. L. (2012). The influence of rootstock genotype on apple yield capacity in the stress environment conditions. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii (Fruit growing and viticulture of South Russia)*, 17(5), 22-27 (in Russ.).
5. Grigor'eva, L. V. (2015). Agrobiological aspects of increasing the productivity of apple trees in the plantations of the Central Chernozem Region of the Russian Federation. *Diss. ... doct. agricultural sciences*. (426p.) Michurinsk-science-city (in Russ.).
6. Ershova, O. A. (2011). Formation of productivity of various stock-scion combinations of apple trees in intensive orchard. *Abstract. diss. ... cand. agricultural sciences*. (22 p.) Michurinsk-science-city (in Russ.).
7. Shakhmirzoev, R. A. (2018). Productivity of variety-rootstock apple tree combinations in Dagestan. *Selekcija, semenovodstvo i genetika (Breeding, seed production and genetics)*, 4(22), 27-31 (in Russ.).
8. Beiakhmedov, I. A. & Gasanov, Z. M. (2015). Biometric indicators and productivity of apple cultivar-rootstock combinations. *Sovremennoe sadovodstvo (Contemporary horticulture)*, 1(13), 14-19 (in Russ.).
9. Grigoryeva, L. V. & Erschova, O. A. (2016). Integrated assessment of scion-stock combinations of apple tree and their cultivation efficiency in orchards of an intensive type. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK (Achievements of science and technology of AIC)*, v.30, 5, 53-57 (in Russ.).
10. Bobrovich, L. V., Andreeva, N. V. & Nikonorova, L. V. (2021). Variability of the main growth indicators of apple seedlings in the nursery. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvajushchei promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya (Technologies for the food and processing industry of AIC – healthy food)*, 4, 120-125 (in Russ.).
11. Register of breeding achievements [Electronic resource] (URL: <http://gossortrf.ru/registry/>) (accessed 01/27/2025).
12. Minin, A. N. (Ed.). (2021). *Horticulture in the Middle Volga region: collective monograph*. Samara Russia: Slovo (in Russ.).
13. Minin, A. N. (Ed.). (2022). *Fruit and berry crops for the Middle Volga region: monograph*. Samara Russia: Publishing House of IEVB RAS – branch of SamSC RAS (in Russ.).
14. Bochkarev, E. A. (2023). Comparative characteristics of apple clonal rootstocks approved for use in the Middle Volga Region. *Daghestan GAU proceedings*, 4(20), 24-30 (in Russ.).

15. Kotov, L. A. & Savin, E. Z. (2021). *Apple tree on clonal rootstocks in the conditions of the Urals: an educational and scientific manual*. Chelyabinsk: Publishing house of A. Miller Library CJSC (in Russ.).
16. Merezhko, O. E., Savin, E. Z., et al. (2020). Results of the study of clonal rootstocks of apple trees in various ecological conditions of the Volga-Ural region. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii (Fruit and berry growing in Russia)*, 63(1), 137-145 (in Russ.).
17. Isambetova, Z. N. (2021). Behavior of various apple varieties on semi-dwarf rootstocks in the forest-steppe zone of the Southern Urals. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 1(87), 102-106 (in Russ.).
18. Bochkarev, E. A. (2024). Biometric indicators of trees of apple cultivar-rootstock combinations in a young fruit-bearing orchard. *Daghestan GAU proceedings*, 4(24), 36-42 (in Russ.).
19. Grigoreva, L. V., Balashov, A. A. & Ershova, O. A. (2010). Yield and growth of apple stock-scion combinations in the intensive orchard. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK (Achievements of science and technology of AIC)*, 11, 59-61 (in Russ.).
20. Namozov, I. Ch., Enileev, N. Sh., Normuratov, I. T. (2019). Effect of the growth for the development and productivity of apple tree by palmettic system of cultivation. *Agrarnaya nauka (Agrarian science)*, 3, 59-61 (in Russ.).
21. Azarov, O. I., Savin, E. Z. & Demenina, L. G. (2015). Perspective clone rootstocks of apple trees of the Volga-Ural region. *Bulletin of the OSU*, 1(176), 120-123 (in Russ.).
22. Mursalimova, G. R. (2019). Clone apple rootstocks bred in Orenburg experimental station of horticulture and viticulture. *Sovremennoe sadovodstvo (Contemporary horticulture)*, 2, 27-34 (in Russ.).
23. Savin, E. Z., Bochkarev, E. A. & Berezina, T. V. (2024). Performance of clonal apple rootstocks in the garden and mother plantation. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 4(68), 50-58 (in Russ.).

Информация об авторе:

Е. А. Бочкарев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник.

Information about the author:

E. A. Bochkarev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher.

Статья поступила в редакцию 28.01.2025; одобрена после рецензирования 24.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 28.01.2025; approved after reviewing 24.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 634.13/14:631.535.6:631.811.98

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-10-16

УКОРЕНЕНИЕ ФОРМ ГРУШИ И АЙВЫ ПРИ ПОМОЩИ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ РИБАВ-ЭКСТРА**Илона Валерьевна Зацепина**

Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина, подразделение Селекционно-генетический центр имени И.В. Мичурина, г. Мичуринск, Россия

ilonavalerevna@mail.ru

Резюме. В статье описано применение стимулятора роста растений Рибав-Экстра, который способен образовывать корни на черенках, рассады, сеянцев, саженцев всех видов сельскохозяйственных культур; увеличивает приживаемость их при посадках и пересадках, стимулирует ростовые процессы семенного и посадочного материала и растений в течение всего периода их вегетации; восстанавливает ослабленные растения после повреждения болезнями и вредителями, засухой и заморозками; повышает устойчивость растений к вредителям, болезням и различным стрессовым ситуациям; улучшает декоративные качества, лечит и обладает антистрессовым действием. Цель исследований – укоренить клоновые подвои груши и формы айвы с помощью регулятора роста растений рибав-экстра. Объектами исследований были: клоновые подвои груши: ПГ 12 (к), ПГ 17-16, ПГ 2, ПГ 333, К-1, К-2, 4-26, 4-39 ОНФ 333, Piro II и формы айвы: Северная, Прованская, Пензенская, ВА 29 (к), № 13, № 21, № 25, № 31, № 40. В качестве веществ, стимулирующих процессы корнеобразования, использовали водный раствор рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часа. В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшее укоренение при обработке срезов зеленых черенков регулятором роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов и без использования регулятора роста растений наибольшую укореняемость продемонстрировали клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16, а также формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская. Проведенные исследования показали, что наибольшим приростом, количеством корней, длиной корней при использовании стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) и без применения регулятора роста растений характеризовались клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16 и формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская.

Ключевые слова: регулятор роста растений, клоновые подвои груши, формы айвы

Для цитирования: Зацепина И. В. Укоренение форм груши и айвы при помощи регулятора роста растений рибав-экстра // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 10-16. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-10-16

Original article

ROOTING OF PEAR AND QUINCE FORMS WITH THE HELP OF PLANT GROWTH REGULATOR RIBAV-EXTRA**Ilona V. Zatsepina**

Federal State Scientific Institution «I.V. Michurin Federal Scientific Center», Michurinsk, Russia

ilonavalerevna@mail.ru

Abstract. The article describes the use of the plant growth stimulator Ribav-Extra, which is able to form roots on cuttings, seedlings, seedlings of all types of crops; increases their survival rate during planting and re-planting, stimulates the growth processes of seed and planting material and plants during the entire period of their vegetation; restores weakened plants after damage caused by diseases and pests, drought and frost; increases plant resistance to pests, diseases and various stressful situations; It improves decorative qualities, heals and has an anti-stress effect. The purpose of the research is to root clonal rootstocks of pears and quince molds using the plant growth regulator ribav-extra. The objects of research were: clonal rootstocks of pears: PG 12 (k), PG 17-16, PG 2, PG 333, K-1, K-2, 4-26, 4-39 OHF 333, Piro II and quince forms: Northern, Provencal, Penza, VA 29 (k), No. 13, No. 21, № 25, № 31, № 40. An aqueous solution of ribav-extra (1.0 mg/10 l) for 18 hours was used as substances stimulating the processes of root formation. As a result of the conducted studies, it was found that the greatest rooting was demonstrated by clonal rootstocks of pears PG 2, PG 333, PG 12 (k), PG 17-16 when treating cuts of green cuttings with plant growth regulator ribav-extra (1.0 mg/10 l) for 18 hours and without using a plant growth regulator. as well as the forms of quince VA 29 (k), Penzenskaya, Severnaya, Provencal. The conducted studies showed that the clonal rootstocks of pears PG 2, PG 333, PG 12 (k), PG 17-16 and quince forms VA 29 were characterized by the greatest increase in the number of roots and root length when using the plant growth stimulator ribav-extra (1.0 mg/10 l) and without the use of a plant growth regulator.k), Penzenskaya, Severnaya, Provanskaya.

Keywords: plant growth regulator, clonal rootstocks of pear, quince forms

For citation: Zatssepina, I. V. (2025). Rooting of pear and quince forms with the help of plant growth regulator ribav-extra. *Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj selskokhozjaistvennoj akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 10-16. (in Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-10-16

Для того чтобы получить качественный посадочный материал стоит важная задача для производства и сельского хозяйства. По выращиванию посадочного материала современная агротехника вышла за пределы стандартного набора механических приемов и включает в себя применение новейших биологических методов и средств [1, 2].

В настоящее время большой спрос имеют стимуляторы роста растений. Их применение не ново и до сегодняшнего времени здесь уже предложены различные способы. Поиск оптимальных по своему эффекту средств для каждого конкретного случая при этом незавершенным остается: подбор препаратов для целевого вида растения, нахождение оптимальной концентрации регуляторов роста растений с учетом фазы развития растений (сеянцев). [3, 4, 5].

Стимуляторов роста растений много, они бывают различного происхождения, синтетические и натуральные (органические), фенольные соединения, витамины, микроэлементы [6, 7, 8].

Играют важную роль сочетание стимуляторов роста растений и их использование в определенную фазу развития растения [9, 10, 11, 12].

Рибав-Экстра это такой стимулятор роста растений, который способен образовать корни на черенках, рассады, сеянцев, саженцев всех видов сельскохозяйственных культур, а также и трудноукореняемых; увеличивает приживаемость их при посадках и пересадках, стимулирует ростовые процессы семенного и посадочного материала и растений в течение всего периода их вегетации; восстанавливает ослабленные растения после повреждения болезнями и вредителями, засухой и заморозками; повышает устойчивость растений к вредителям, болезням и различным стрессовым ситуациям; улучшает декоративные качества, лечит и обладает антистрессовым действием [13].

Цель исследований – укоренить клоновые подвои груши и формы айвы с помощью регулятора роста растений рибав-экстра.

Задачи исследований – изучить у укорененных клоновых подвоев груши и у форм айвы: высоту растений, длину корней, число корней.

Материалы и методы исследований. Работа проводится в ФГБНУ «Федеральном научном центре им. И.В. Мичурина», в подразделении в Селекционно-генетическом центре имени И.В. Мичурина с 2019 по 2024 гг.

Черенкование проводили в период интенсивного линейного роста побегов, черенки нарезами длиной 12-15 см, для снижения транспирации у них срезали часть листовой пластины.

В качестве веществ, стимулирующих процессы корнеобразования, использовали водный раствор рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часа. В качестве контроля использовали воду.

Посадку черенков осуществляли во влажный субстрат под углом 45°.

В качестве субстрата для укоренения применяли смесь торфа с речным песком в соотношении 1:1.

Опыты закладывали в трехкратной повторности по 120 черенков в каждом повторении. Объектами исследований были: клоновые подвои груши: ПГ 12 (к), ПГ 17-16, ПГ 2, ПГ 333, К-1, К-2, 4-26, 4-39 ОНФ 333, Piro II и формы айвы: Северная, Прованская, Пензенская, ВА 29 (к), № 13, № 21, № 25, № 31, № 40.

Изучение укореняемости зеленых черенков клоновых подвоев груши проведено в теплице с пленочным покрытием, оснащенной туманообразующей установкой по общепринятой методике, разработанной Н. Н. Коваленко (2011) [14]. Определение укореняемости, выхода стандартных подвоев, высоты укорененного подвоя, диаметра условной корневой шейки, количества корней, длины корневой системы проводили по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под общ. Ред. Академика РАСХН Е. Н. Седова, д-ра с.-х. наук Т. П. Огольцовой [15]. Статистическую обработку осуществляли по общепринятой методике полевого опыта Б. А. Доспехова (1985) [16].

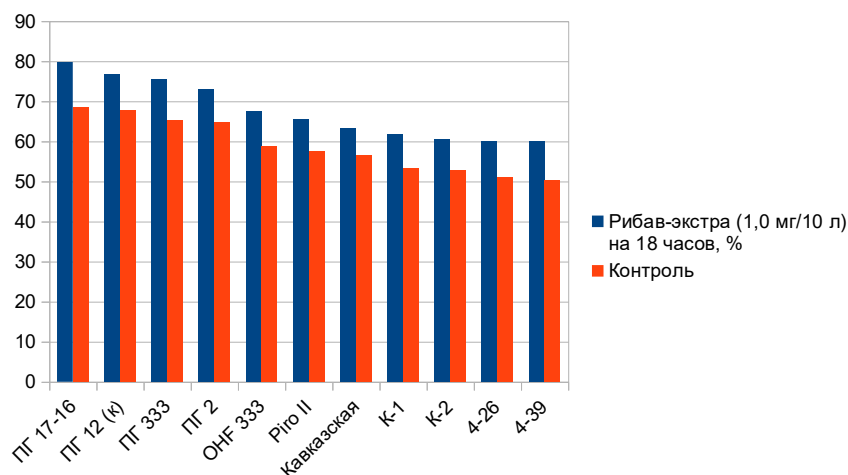


Рис. 1. Укоренение зеленых черенков клоновых подвоев груши с помощью использования стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов, % и без применения стимулятора роста растений

Результаты исследований. Как показывают полученные данные наибольшее укоренение при обработке срезов зеленых черенков (от 73,1 до 79,8%) продемонстрировали клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16, а также формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская, данный показатель варьировал от 71,8 до 76,9%. Хорошо укоренились (от 60,0 до 67,5%) зеленые черенки груши 4-39, 4-26, К-2, К-1, Кавказская, Piro II, ОНФ 333. Средняя укореняемость была отмечена у форм айвы № 25 – 51,1%, № 13 – 53,9%, № 31 – 55,4%, № 40 – 57,6%, № 21 – 58,7% (рис. 1, 2).

Без использования стимулятора роста растений наибольшей укореняемостью обладали зеленые черенки груши ПГ 2 – 64,8%, ПГ 333 – 65,3%, ПГ 12 (к) – 67,7%, ПГ 17-16 – 68,5% и формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская укоренились от 62,7 до 67,4%. Хорошую укореняемость (от 50,3 до 58,7%) имели зеленые черенки груши 4-39, 4-26, К-2, К-1, Кавказская, Piro II, ОНФ 333. У форм айвы № 25, № 13, № 31, № 40, № 21 данный показатель составлял от 40,0 до 47,6% (рис. 1, 2).

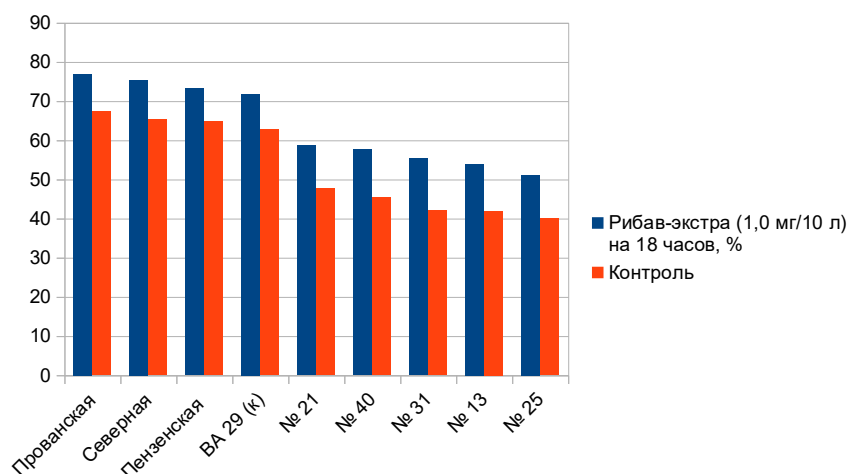


Рис. 2. Укоренение зеленых черенков форм айвы с помощью использования стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов, % и без применения стимулятора роста растений

Далее после того как зеленые черенки груши и айвы укоренились в теплице, была проведена оценка качества укорененным клоновым подвоем груши и форм айвы по: высоте приростов (см), длины корней (см), количеству корней (шт.), таблица 1 и 2.

Проведенные исследования показали, что наибольшим приростом при использовании стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) (от 41,9 до 45,7 см) характеризовались ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16. Хорошую

высоту приростов продемонстрировали клоновые подвои груши Кавказская, Piro II, ОНФ 333, данный результат составлял от 36,0 до 37,9 см. Приростом от 20,1 до 25,4 см характеризовались клоновые подвои груши 4-39, 4-26, К-2, К-1, Кавказская (табл. 1).

При обработке стимулятором роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) лучшими показателями длины корней (от 24,6 до 28,6 см) обладали клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16. Хорошей длиной корней характеризовались клоновые подвои груши Кавказская – 18,1 см, Piro II – 18,4 см, ОНФ 333 – 18,6 см. У клоновых подвоев груши 4-39, 4-26, К-2, К-1, Кавказская длина корней составляла от 17,0 до 17,9 см (табл. 1).

Наибольшее количество корней при применении стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) продемонстрировали клоновые подвои груши ПГ 2 – 31,6 шт., ПГ 333 – 32,1 шт., ПГ 12 (к) – 34,2 шт., ПГ 17-16 – 35,6 шт. Хорошим количеством корней (от 24,3 до 26,5 шт.) обладали клоновые подвои груши Кавказская, Piro II, ОНФ 333. Средними показателями количества корней характеризовались клоновые подвои груши 4-39, 4-26, К-2, К-1, Кавказская, данный показатель варьировал от 19,1 до 19,8 шт. (табл. 1).

Без использования стимулятора роста растений наибольшие показатели по высоте приростов (от 35,1 до 38,5 см) характеризовались клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16. Хороший прирост продемонстрировали клоновые подвои груши Кавказская – 26,3 см, Piro II – 27,4 см, ОНФ 333 – 28,9 см. Средним приростом (от 10,1 до 15,2 см) обладали клоновые подвои груши 4-39, 4-26, К-2, К-1 (табл. 1).

Таблица 1

Укореняемость и биометрические показатели черенков клоновых подвоев груши

Форма	Высота растений, см	Корни	
		длина, см	число, шт.
Рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов			
ПГ 17-16	45,7	28,6	35,6
ПГ 12 (к)	43,3	26,5	34,2
ПГ 333	42,9	25,1	32,1
ПГ 2	41,9	24,6	31,6
ОНФ 333	37,9	18,6	26,5
Piro II	36,6	18,4	25,9
Кавказская	36,0	18,1	24,3
К-1	25,4	17,9	19,8
К-2	23,9	17,4	19,6
4-26	21,8	17,1	19,4
4-39	20,1	17,0	19,1
НСР ₀₅	2,4	1,7	2,0
Контроль			
ПГ 17-16	38,5	19,6	27,1
ПГ 12 (к)	37,3	18,4	26,8
ПГ 333	36,4	17,6	25,1
ПГ 2	35,1	16,1	24,3
ОНФ 333	28,9	10,9	18,6
Piro II	27,4	10,6	18,5
Кавказская	26,3	10,5	18,5
К-1	15,2	9,9	17,9
К-2	13,9	9,7	17,7
4-26	12,1	9,4	17,7
4-39	10,1	9,0	17,1
НСР ₀₅	2,1	1,7	1,9

Наибольшей длиной корней без обработки стимулятором роста растений (от 16,1 до 19,6 см) являлись клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16. Хорошую длину корней имели клоновые подвои груши Кавказская, Piro II, ОНФ 333, данный показатель составлял от 10,5 до 10,9 см. У клоновых подвоев груши 4-39, 4-26, К-2, К-1, Кавказская длина корней была отмечена от 9,0 до 9,9 см.

Наибольшее количество корней без применения стимулятора роста растений (от 24,3 до 27,1 шт.) имели клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16. Хорошими показателями количества корней обладали клоновые подвои груши Кавказская, Piro II, ОНФ 333, данный результат варьировал от 18,5 до 18,6 шт. Средним количеством корней характеризовались клоновые подвои груши 4-39 – 17,1 шт., 4-26 и К-2 – 17,7 шт., К-1 – 17,9 шт.

При обработке стимулятором роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) наибольшую высоту приростов (от 41,1 до 44,5 см) составили формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская. Хороший прирост имели формы айвы № 31 – 26,1 см, № 40 – 26,7 см, № 21 – 27,8 см. Приростом 18,8 см и 19,7 см обладали формы айвы № 25, № 13 (табл. 2).

Наибольшей длиной корней при использовании стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) (от 25,6 до 28,5 см) характеризовались формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская. Хорошую длину корней продемонстрировали формы айвы № 31, № 40, № 21, данный результат составил от 16,6 до 16,9 см. Средняя длина корней была отмечена у форм айвы № 25 – 15,4 см, № 13 – 15,5 см (табл. 2).

При применении стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) наилучшим показателем количества корней (от 31,6 до 35,6 шт.) обладали формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская. Хорошим количеством корней характеризовались формы айвы № 31 – 19,3 шт., № 40 – 19,7 шт., № 21 – 19,9 шт. У форм айвы № 25 и № 13 количество корней составило 18,5 шт. и 18,6 шт. (табл. 2).

Без обработки стимулятором роста растений наибольшей высотой приростов (от 32,9 до 38,0 см) характеризовались формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская. Хорошим приростом обладали формы айвы № 31, № 40, № 21 показатель составлял от 16,7 до 19,9 см. Приростом 10,1 см, 10,9 см обладали формы айвы № 25, № 13 (табл.2).

Таблица 2

Укореняемость и биометрические показатели черенков форм айвы

Форма	Высота растений, см	Корни	
		длина, см	число, шт.
Рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов			
Прованская	44,5	28,5	35,6
Северная	42,3	27,8	34,2
Пензенская	41,9	26,8	32,1
ВА 29 (к)	41,1	25,6	31,6
№ 21	27,8	16,9	19,9
№ 40	26,7	16,9	19,7
№ 31	26,1	16,6	19,3
№ 13	19,7	15,5	18,6
№ 25	18,8	15,4	18,5
НСП ₀₅	2,1	1,5	2,0
Контроль			
Прованская	38,0	19,5	26,8
Северная	36,3	18,9	26,4
Пензенская	35,4	17,5	25,4
ВА 29 (к)	32,9	15,1	23,1
№ 21	19,9	9,9	16,9
№ 40	17,8	9,8	16,7
№ 31	16,7	9,7	16,7
№ 13	10,9	8,8	15,5
№ 25	10,1	8,6	15,2
НСП ₀₅	2,0	1,4	1,5

Наибольшую длину корней без использования стимулятора роста растений (от 15,1 до 19,5 см) наблюдали у форм айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская. От 9,7 до 9,9 см длина корней была отмечена у форм айвы № 31, № 40, № 21. Средней длиной корней обладали формы айвы № 25 – 8,6 см, № 13 – 8,8 см (табл. 2).

Без применения стимулятора роста растений наилучший результат количества корней был отмечен у форм айвы ВА 29 (к) – 23,1 шт., Пензенская – 25,4 шт., Северная – 26,4 шт., Прованская – 26,8 шт. Хорошим количеством корней (от 16,7 до 16,9 шт.) характеризовались формы айвы № 31, № 40, № 21. У форм айвы № 25 и № 13 количество корней составляло 15,2 шт., 15,5 шт. (табл. 2).

Заключение. В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшее укоренение при обработке срезов зеленых черенков (от 73,1 до 79,8%) продемонстрировали клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16, а также формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская, данный показатель варьировал от 71,8 до 76,9%.

Без использования стимулятора роста растений наибольшей укореняемостью обладали зеленые черенки груши ПГ 2 – 64,8%, ПГ 333 – 65,3%, ПГ 12 (к) – 67,7%, ПГ 17-16 – 68,5% и формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская укоренились от 62,7 до 67,4%.

Проведенные исследования показали, что наибольшим приростом при использовании стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) (от 41,9 до 45,7 см) характеризовались ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16.

При обработке стимулятором роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) лучшими показателями длины корней (от 24,6 до 28,6 см) обладали клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16.

Наибольшее количество корней при применении стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) продемонстрировали клоновые подвои груши ПГ 2 – 31,6 шт., ПГ 333 – 32,1 шт., ПГ 12 (к) – 34,2 шт., ПГ 17-16 – 35,6 шт.

Без использования стимулятора роста растений наибольшие показатели по высоте приростов (от 35,1 до 38,5 см) характеризовались клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16.

Наибольшей длиной корней без обработки стимулятором роста растений (от 16,1 до 19,6 см) являлись клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16.

Наибольшее количество корней без применения стимулятора роста растений (от 24,3 до 27,1 шт.) имели клоновые подвои груши ПГ 2, ПГ 333, ПГ 12 (к), ПГ 17-16.

При обработке стимулятором роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) наибольшую высоту приростов (от 41,1 до 44,5 см) составили формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская.

Наибольшей длиной корней при использовании стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) (от 25,6 до 28,5 см) характеризовались формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская.

При применении стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) наилучшим показателем количества корней (от 31,6 до 35,6 шт.) обладали формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская.

Без обработки стимулятором роста растений наибольшей высотой приростов (от 32,9 до 38,0 см) характеризовались формы айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская.

Наибольшую длину корней без использования стимулятора роста растений (от 15,1 до 19,5 см) наблюдали у форм айвы ВА 29 (к), Пензенская, Северная, Прованская.

Без применения стимулятора роста растений наилучший результат количества корней был отмечен у форм айвы ВА 29 (к) – 23,1 шт., Пензенская – 25,4 шт., Северная – 26,4 шт., Прованская – 26,8 шт.

Список источников

1. Агеев А. А., Салцевич Ю. В., Буряк Л. В. Комплексное применение биостимуляторов при выращивании сеянцев ели (*Picea obovata* L.) // Известия вузов. Лесной журнал. 2023. № 2. С. 73-87. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-2-73-87 EDN: ICJCDY
2. Olaetxea M., De Hita D., Garcia C.A., Fuentes M., Baigorri R., Mora V., Garnica M., Urrutia O., Erro J., Zamarreño A.M., Berbara R.L., Garcia-Mina J.M. Hypothetical Framework Integrating the Main Mechanisms Involved in the Promoting Action of Rhizospheric Humic Substances on Plant Root- and Shoot-Growth. *Applied Soil Ecology: A Section of Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2018. vol. 123. pp. 521-537. DOI: 10.1016/j.apsoil.2017.06.007 EDN: YDCZIL
3. Khan S., Basra S.M.A., Nawaz M., Hussain I., Foidl N. Combined Application of Moringa Leaf Extract and Chemical Growth-Promoters Enhances the Plant Growth and Productivity of Wheat Crop (*Triticum aestivum* L.). *Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Plantkunde = South African Journal of Botany*. 2020. vol. 129. pp. 74-81. DOI: 10.1016/j.sajb.2019.01.007 EDN: GZXIGN
4. Mitra D., Rad K.V., Chaudhary P., Ruparelia J., Boutaj H., Mohapatra P.D., Panneerselvam P. Involvement of Strigolactone Hormone in Root Development, Influence, and Interaction with Mycorrhizal Fungi in Plant: Mini-Review. *Current Research in Microbial Sciences*. 2021. vol. 2. no. 100026, p. 100026. DOI: 10.1016/j.crmicr.2021.100026 EDN: MLTLNA
5. Shi W., Grossnickle S.C., Li G., Su S., Liu Y. Fertilization and Irrigation Regimes Influence on Seedling Attributes and Field Performance of *Pinus tabulaeformis* Carr. *Forestry, England, London*. 2019. vol. 92. no. 1, pp. 97-107. DOI: 10.1093/forestry/cpy035
6. Прусакова Л.Д., Кефели В.И., Белопухов С.Л., Вакуленко В.В., Кузнецова С.А. Роль фенольных соединений в растениях // *Агрохимия*. 2008. № 7. С. 86-96. EDN: JHKODB
7. Упадышев М.Т. Ускоренное размножение плодовых и ягодных культур стеблевыми черенками с использованием циркона // *Современное садоводство*. 2010. № 1(1). С. 49-52. EDN: NDDPWN
8. Fitzpatrick T.B., Chapman L.M. The Importance of Thiamine (Vitamin B1) in Plant Health: From Crop Yield to Biofortification. *Journal of Biological Chemistry*. 2020. vol. 295, no. 34, pp. 12002-12013. DOI: 10.1074/jbc.REV120.010918 EDN: QRHAOD
9. Ghatas Y., Ali M., Elsadek M., Mohamed Y. Enhancing Growth, Productivity and Artemisinin Content of *Artemisia annua* L. Plant Using Seaweed Extract and Micronutrients. *Industrial Crops and Products*. 2021. vol. 161. no. 113202, pp. 113-202. DOI: org/10.1016/j.indcrop.2020.113202.
10. He H., Dong Z., Peng Q., Wang X., Fan C., Zhang X. Impacts of Coal Fly Ash on Plant Growth and Accumulation of Essential Nutrients and Trace Elements by Alfalfa (*Medicago sativa*) Grown in a Loessial Soil. *Journal of Environmental Management*. 2017. vol. 197. pp. 428-439. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.04.028

11. Кабанова С.А., Данченко А.М., Данченко М.А. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной в Северном Казахстане // Успехи соврем. естествознания. 2016. № 8. С. 88-92. EDN: ZDGWHB
12. Скозарева И.А., Чернодубов А.И. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании сеянцев сосны обыкновенной // Лесотехнический журнал 2019. Т. 9, № 3(35). С. 87-95. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/8 EDN: HMLCWZ
13. Острошенко В. Ю., Полещук В. А. Влияние стимулятора роста растений «Рибав-экстра» на посевные качества семян Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Приморском крае // Вестник КрасГАУ. 2018. № 3. С. 247-256. EDN: XSFVID
14. Коваленко Н.Н. Выращивание посадочного материала садовых культур с использованием зеленого черенкования. Краснодар : СКЗНИИСиВ. 2011. 54 с. EDN: SNOXEN
15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под общ.ред. : академика РАСХН Е. Н. Седова, д-ра с.-х. наук Т. П. Огольцовой. Орел: Издательство ВНИИСПК. 1999. С. 34-47.
16. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статобработки результатов исследований). Москва : Колос. 1985. 351 с.

References

1. Ageev, A. A., Saltsevich, Yu. V., & Buryak, L. V. (2023). Complex application of biostimulants in growing spruce seedlings (*Picea obovata* L.). News of higher educational institutions. Lesnoy zhurnal, (2), 73-87. (in Russ). DOI: 10.37482/0536-1036-2023-2-73-87
2. Olaetxea, M., De Hita, D., Garcia, C. A., Fuentes, M., Baigorri, R., Mora, V., ... & Garcia-Mina, J. M. (2018). Hypothetical framework integrating the main mechanisms involved in the promoting action of rhizospheric humic substances on plant root-and shoot-growth. Applied Soil Ecology, 123, 521-537. DOI: 10.1016/j.apsoil.2017.06.007
3. Khan, S., Basra, S. M. A., Nawaz, M., Hussain, I., & Foidl, N. (2020). Combined application of moringa leaf extract and chemical growth-promoters enhances the plant growth and productivity of wheat crop (*Triticum aestivum* L.). South African Journal of Botany, 129, 74-81. DOI: 10.1016/j.sajb.2019.01.007
4. Mitra, D., Rad, K. V., Chaudhary, P., Ruparelia, J., Sagarika, M. S., Boutaj, H., ... & Panneerselvam, P. (2021). Involvement of strigolactone hormone in root development, influence and interaction with mycorrhizal fungi in plant: Mini-review. Current Research in Microbial Sciences, 2, 100026. DOI: 10.1016/j.crmicr.2021.100026
5. Shi, W., Grossnickle, S. C., Li, G., Su, S., & Liu, Y. (2019). Fertilization and irrigation regimes influence on seedling attributes and field performance of *Pinus tabulaeformis* Carr. Forestry: An International Journal of Forest Research, 92(1), 97-107. DOI: 10.1093/forestry/cpy035
6. Prusakova, L. D., Kefeli, V. I., Belopukhov, S. L., Vakulenko, V. V., & Kuznetsova, S. A. (2008). The role of phenolic compounds in plants. Agrochemistry, (7), 86-96. (in Russ).
7. Upadyshev, M. T. (2010). Accelerated reproduction of fruit and berry crops by stem cuttings using zircon. Contemporary horticulture, (1), 49-52. (in Russ).
8. Fitzpatrick, T. B., & Chapman, L. M. (2020). The importance of thiamine (vitamin B1) in plant health: From crop yield to biofortification. Journal of Biological Chemistry, 295(34), 12002-12013. DOI: 10.1074/jbc.REV120.010918
9. Ghatas, Y., Ali, M., Elsadek, M., & Mohamed, Y. (2021). Enhancing growth, productivity and artemisinin content of *Artemisia annua* L. plant using seaweed extract and micronutrients. Industrial Crops and Products, 161, 113202. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.113202
10. He, H., Dong, Z., Peng, Q., Wang, X., Fan, C., & Zhang, X. (2017). Impacts of coal fly ash on plant growth and accumulation of essential nutrients and trace elements by alfalfa (*Medicago sativa*) grown in a loessial soil. Journal of Environmental Management, 197, 428-439. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.04.028
11. Kabanova, S. A., Danchenko, A.M., & Danchenko, M. A. (2016). Influence of stimulants on seed germination and growth of scots pine seedlings in Northern Kazakhstan. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in Modern Natural Science], (8), 88-92. (in Russ).
12. Skozareva, I. A., & Chernodubov, A. I. (2019). Effectiveness of using growth stimulants in growing scots pine seedlings. Forest Engineering Magazine, 9(3 (35)), 87-95. (in Russ). DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/8
13. Ostroshenko, V. Yu., & Poleshchuk, V. A. (2018). Influence of the growth stimulator "Ribav-Extra" on the seed quality of scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) in Primorsky Krai. Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University, (3 (138)), 247-256. (in Russ).
14. Kovalenko, N. N. (2011). Cultivation of planting material of garden crops using green cuttings. (in Russ).
15. Program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut crops; under the general editorship: academician RASKHN E. N. Sedov, Doctor of Agricultural Sciences T. P. Ogoltsova. Ore: VNIISPК Publishing House. 1999. 34-47. (in Russ).
16. Dospekhov, B. A. (1985). Methodology of field experience. (in Russ).

Информация об авторе:

И. В. Зацепина – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник.

Information about the author:

I. V. Zatsepina – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher.

Статья поступила в редакцию 17.12.2024; одобрена после рецензирования 20.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.

The article was submitted 17.12.2024; approved after reviewing 20.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 662.767.2+621.436

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-17-21

СМАЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ БИОКЕРОСИНА

**Денис Александрович Уханов¹, Александр Петрович Уханов²,
Олег Станиславович Володько^{3✉}, Александр Павлович Быченин⁴**¹ 25-й государственный научно-исследовательский институт химмотологии Минобороны России, Москва, Россия.² Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия.^{3,4} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.¹ uханov_denis_a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9507-893X>² dispgau@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2210-5294>³ volodko-75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8478-1358>⁴ bap63j@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8896-7547>

Резюме. Цель исследований – выполнить экспериментальную оценку смазочной способности рапсового и рыжикового биокеросина по результатам трибологических испытаний на четырехшариковом трибометре ТУ и аппарате HFRR. Мировым трендом в достижении углеродной нейтральности является снижение наземной транспортной техникой вредных выбросов, содержащихся в отработавших газах и образующихся в процессе сгорания углеводородных топлив в двигателях внутреннего сгорания, за счет более широкого применения альтернативных моторных топлив с малым «углеродным следом». Для Российской Федерации, с её огромными запасами углеводородного сырья, на современном этапе развития экономики целесообразен плавный энергопереход с традиционных видов углеводородного моторного топлива на альтернативные топлива. Перспективным альтернативным моторным топливом для транспортных дизелей является биокеросин, представляющий собой топливную композицию на основе авиационного керосина с добавлением в него растительного масла и цетаноповышающей присадки в определенном количестве. Поэтому возникает необходимость в экспериментальном определении не только показателей основных физико-химических и эксплуатационных свойств (плотность, вязкость, цетановое число, низшая теплота сгорания, фракционный состав, текучесть, экологичность и др.) биокеросина, но и его смазочной способности. Для этого выполнены сравнительные трибологические испытания опытных образцов трения на трибометре ТУ и аппарате HFRR по среднему пятну износа шариков в четырех смазочных средах: нефтяном летнем дизельном топливе, авиационном керосине и биокеросине, полученном добавлением в авиационный керосин рапсового и рыжикового масел.

Ключевые слова: трибологические испытания, керосин, рапсовое масло, рыжиковое масло, пятно износа, смазочная способность

Для цитирования: Уханов Д. А., Уханов А. П., Володько О. С., Быченин А. П. Смазочная способность биокеросина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 17-21. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-17-21

Original article

LUBRICABILITY OF BIO-KEROSENE

Denis A. Ukhanov¹, Alexander P. Ukhanov², Oleg S. Volodko^{3✉}, Alexander P. Bychenin⁴¹ The 25-th state research institute of chemmotology ministry of defense of Russia Federation, Moscow, Russia² Penza State Agrarian University, Penza, Russia^{3,4} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia¹ uханov_denis_a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9507-893X>² dispgau@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2210-5294>³ volodko-75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8478-1358>⁴ bap63j@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8896-7547>

Abstract. The purpose of the research – is to perform an experimental assessment of the lubricity of rapeseed and camelina biokerosene based on the results of tribological tests on a TU four-ball tribometer and an HFRR apparatus. The global trend in achieving carbon neutrality is the reduction of harmful emissions from land transport vehicles contained in exhaust gases and generated during the combustion of hydrocarbon fuels in internal combustion engines, through the wider use of alternative motor fuels with a small carbon footprint. For the Russian Federation, with its huge reserves of hydrocarbon raw materials, at the present stage of economic development, a smooth energy transition from traditional types of hydrocarbon-based motor fuel to alternative fuels is advisable. A promising alternative motor fuel for transport diesel engines is biokerosene, which is a fuel composition based on aviation kerosene with the addition of vegetable oil and a cetane-increasing additive in a certain amount. Therefore, there is a need to experimentally determine not only the indicators of the basic physicochemical and operational properties (density, viscosity, cetane number, lower

calorific value, fractional composition, fluidity, environmental friendliness, etc.) of biokerosene, but also its lubricity. For this purpose, comparative tribological tests of friction prototypes were carried out using a TU tribometer and an HFRR apparatus using the average wear spot of balls in four lubricating media: petroleum summer diesel fuel, aviation kerosene and biokerosene obtained by adding rapeseed and camelina oils to aviation kerosene.

Keywords: tribological tests, kerosene, rapeseed oil, camelina oil, wear scar, lubricity

For citation: Ukhanov, D. A., Ukhanov, A. P., Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2025). Lubricability of bio-kerosene. *Izvestiia Samar-skoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 17-21 (in Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-17-21

В глобальной проблеме уменьшения мировых парниковых газов в атмосфере Земли Российская Федерация для сохранения своего государственного суверенитета в области энергетической безопасности руководствуется своей климатической доктриной, заключающейся в снижении воздействия на климат без ущерба национальным интересам путем плавного перехода к достижению углеродной нейтральности [1, 2]. Это связано с тем, что в России имеются огромные запасы углеводородного сырья, пригодного для производства топлива для наземного, воздушного и морского транспорта, тепловых электростанций и котельных в течение многих десятилетий. При этом также принимается во внимание факт того, что сегодняшние объёмы вредных веществ и соединений (в основном углекислого газа CO_2), выбрасываемые производственными предприятиями и транспортом страны, практически полностью нейтрализуются её лесными и зелеными массивами. Поэтому для плавного энергоперехода России к углеродной нейтральности, запланированного к 2060 году, на современном этапе для транспорта России необходимо иметь такое альтернативное топливо, которое бы обладало физико-химическими и эксплуатационными свойствами не хуже традиционного нефтяного моторного топлива, но и превосходило его по экологическим и трибологическим показателям. Следует отметить, что в дизеле моторное топливо выполняет не только функции горючего вещества, но и смазки. Топливо, попадая в зазор прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры, образует на поверхности сопрягаемых деталей («плунжер-втулка» топливного насоса высокого давления и «запорная игла-корпус распылителя» форсунок) смазочную пленку, которая снижает трение между сопрягаемыми деталями и их износ [3, 4, 11].

Для дизельной транспортной техники таким «заменителем» нефтяного моторного топлива в ближайшей перспективе может стать биокеросин, получаемый смешиванием авиационного керосина и растительного масла [5, 6, 7]. Наиболее известен биокеросин для самолетного турбореактивного двигателя [5], содержащий нефтяной и биологический компоненты: авиационный керосин и рыжиковое масло в равном процентном соотношении 50:50. Основным недостатком такого биокеросина при применении в качестве моторного топлива для транспортных дизелей является его пониженная воспламеняемость по причине низкого цетанового числа (40 ед.). Поэтому, для практического использования биокеросина в транспортных дизелях наземной техники разработан состав топливной композиции [6], включающий в качестве основы авиационный керосин ТС-1 в количестве до 96,7% масс., а в качестве добавки – рапсовое масло от 3% до 60% масс. и цетаноповышающую присадку этилгексилнитрат в количестве 0,3% масс.

В современных условиях для расширения ресурсной базы моторных топлив и перевода работы дизельной транспортной техники с традиционных видов нефтяного топлива на альтернативные возникает необходимость проведения экспериментальных исследований по оценке смазочной способности биокеросина с вышеуказанным компонентным составом [6].

Цель исследований – выполнить экспериментальную оценку смазочной способности биокеросина с различным компонентным и долевым составом по результатам трибологических испытаний на трибометре ТУ и аппарате HFRR.

Задачи исследований – определить смазочную способность рапсового и рыжикового биокеросина по пятну износа опытных образцов трения в сравнении между собой и с товарным нефтяным дизельным топливом.

Материал и методы исследований. Испытания опытных образцов трения проводились на универсальном трибометре ТУ [8] и аппарате HFRR в четырех смазочных средах: нефтяном летнем дизельном топливе марки ДТ-Л-К5, авиационном керосине ТС-1, рапсовом биокеросине и рыжиковом биокеросине в соответствии с ГОСТ ISO20623-2013 [9] и ГОСТ ISO12156-1-2012 [10]. Под рапсовым или рыжиковым биокеросином понимается топливная композиция, состоящая из авиационного керосина ТС-1 с добавлением в него рапсового или рыжикового масла и цетаноповышающей присадки в определенном количестве (по объему). Опытным образцом трения в трибометре ТУ является четырехшариковый узел, в обойме которого размещены три соприкасающихся между собой испытуемых стальных шарика, погруженные в смазочную среду, по поверхности которых скользит приводной металлический шарик, тогда как в аппарате HFRR – стальной шарик, совершающий возвратно-поступательное движение по поверхности неподвижной стальной пластины, погруженной в смазочную среду. Шарика трибометра

изготовлены из стали марки ШХ15 с твердостью по шкале Виккерса 179...207 и шкале Роквелла 63...67 с шероховатостью поверхности $R_a = 0,08$ мкм, шарик и пластина аппарата изготовлены из стали марки ISO 683-17-100Cr6 с твердостью шарика по шкале Роквелла 58...66 и пластины по шкале Виккерса 190...210 с шероховатостью её поверхности $R_a < 0,02$ мкм.

Испытания опытных образцов трения на трибометре ТУ проводились в течение 15 мин, под нагрузкой 450 ± 5 Н и частоте вращения вала привода 580 мин^{-1} ; на аппарате HFRR – в течение 75 мин, под нагрузкой 200 г, с амплитудой и частотой колебаний возвратно-поступательного движения шарика соответственно 1 мм и 50 Гц. Температура смазочной среды в обоих случаях составляла $60 \pm 2^\circ\text{C}$.

По окончании испытаний на трибометре или аппарате определялся средний диаметр пятна износа, образующийся на поверхности того или иного опытного образца трения и скорректированного к стандартному давлению водяных паров 1,4 кПа. Диаметр пятна износа на поверхности каждого из трех испытуемых шариков трибометра ТУ измеряли с помощью электронного микроскопа с точностью до тысячных миллиметра и затем определяли среднее значение диаметра пятна износа по результатам трех измерений. Диаметр пятна износа у испытуемого шарика аппарата HFRR измеряли с помощью микроскопа со стократным увеличением по двум осям координат (оси абсцисс и оси ординат) с точностью до 1 мкм и затем рассчитывали среднее значение диаметра пятна износа по результатам двух измерений.

Результаты исследований. Результаты выполненных трибологических испытаний нефтяного дизельного топлива, авиационного керосина, рапсового и рыжикового биокеросина представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты трибологических испытаний моторных топлив на универсальном трибометре ТУ

Вид и состав испытуемых топлив	Скорректированный диаметр пятна износа, мм
Дизельное топливо ДТ-Л-К5	0,305
Авиационный керосин ТС-1	0,489
Рапсовый биокеросин состава 90% ТС-1 + 10% рапсового масла	0,343
Рапсовый биокеросин состава 80% ТС-1 + 20% рапсового масла	0,307
Рапсовый биокеросин состава 70% ТС-1 + 30% рапсового масла	0,303
Рапсовый биокеросин состава 60% ТС-1 + 40% рапсового масла	0,298
Рапсовый биокеросин состава 50% ТС-1 + 50% рапсового масла	0,282
Рапсовый биокеросин состава 40% ТС-1 + 60% рапсового масла	0,290
Рапсовый биокеросин состава 30% ТС-1 + 70% рапсового масла	0,303
Рыжиковый биокеросин состава 90% ТС-1 + 10% рыжикового масла	0,254
Рыжиковый биокеросин состава 80% ТС-1 + 20% рыжикового масла	0,230
Рыжиковый биокеросин состава 70% ТС-1 + 30% рыжикового масла	0,273
Рыжиковый биокеросин состава 60% ТС-1 + 40% рыжикового масла	0,292
Рыжиковый биокеросин состава 50% ТС-1 + 50% рыжикового масла	0,309

Данные таблицы 1 показывают, что по результатам трибологических испытаний на трибометре ТУ содержание рапсового или рыжикового масла в авиационном керосине не должно превышать 20%...40% (по объему), так как при таком их процентном содержании в биокеросине средний диаметр пятна износа опытных образцов трения наименьший. Добавлять в авиационный керосин ТС-1 свыше 40% рапсового или рыжикового масла нецелесообразно по причине некоторого ухудшения смазочной способности биокеросина вследствие роста среднего скорректированного пятна износа на поверхности испытуемых шариков. Поэтому, в целях экономии трудовых затрат и финансовых средств трибологические испытания опытных образцов трения на аппарате HFRR проводились только в смазочной среде рапсового биокеросина с содержанием в авиационном керосине не более 50% рапсового масла (табл. 2).

Таблица 2

Результаты трибологических испытаний моторных топлив на аппарате HFRR

Вид и состав испытуемых топлив	Скорректированный диаметр пятна износа, мм
Дизельное топливо ДТ-Л-К5	0,403
Авиационный керосин ТС-1	0,748
Рапсовый биокеросин состава 90% ТС-1 + 10% рапсового масла	0,208
Рапсовый биокеросин состава 80% ТС-1 + 20% рапсового масла	0,188
Рапсовый биокеросин состава 70% ТС-1 + 30% рапсового масла	0,186
Рапсовый биокеросин состава 60% ТС-1 + 40% рапсового масла	0,211
Рапсовый биокеросин состава 50% ТС-1 + 50% рапсового масла	0,220

Анализ данных таблицы 2 показывает, что по результатам трибологических испытаний опытных образцов трения на аппарате HFRR происходит снижение среднего диаметра пятна износа шарика в смазочной среде дизельного топлива и авиационного керосина соответственно с 0,403 мм и 0,748 мм до 0,186 мм в смазочной среде рапсового биокеросина состава 70% ТС-1 + 30% рапсового масла, т.е. рапсовый биокеросин такого состава обладает наилучшей смазочной способностью из всех испытываемых составов. Последующее увеличение содержания рапсового масла в авиационном керосине с 30% до 50% приводит к увеличению среднего диаметра пятна износа до 0,220 мм.

Средний диаметр пятна износа у различных образцов рапсового биокеросина находится в пределах 0,186...0,220 мм, тогда как у керосина и дизельного топлива он равен соответственно 0,748 мм и 0,403 мм. В соответствии с ГОСТ 32511-2013 смазывающая способность моторного топлива для дизельных двигателей считается хорошей, если величина скорректированного диаметра пятна износа при температуре 60°C не превышает 0,460 мм. Таким образом, все испытываемые образцы рапсового и рыжикового биокеросина обладают относительно хорошими смазывающими свойствами, что в условиях реальной эксплуатации наземного транспорта на биокеросине будет способствовать снижению износа деталей прецизионных пар топливной аппаратуры дизеля.

Повышенная смазывающая способность биокеросина по сравнению с товарным нефтяным топливом и авиационным керосином обусловлена содержанием в рапсовом и рыжиковом маслах высших жирных кислот (ВЖК), обладающих свойствами ПАВ – поверхностно-активных веществ (табл. 3). Такие ВЖК образуют на поверхности сопрягаемых деталей адсорбционную пленку толщиной 0,05...0,1 мкм и более, уменьшающую трение в сопряжении и износ деталей.

Таблица 3

Высшие жирные кислоты растительных масел, обладающие свойствами поверхностно-активных веществ

Вид высшей жирной кислоты в растительном масле	Долевое содержание высшей жирной кислоты, %	
	рапсовое масло	рыжиковое масло
Олеиновая	59,56	12,77
Линолевая	20,423	24,28
Альфа-линоленовая	9,23	36,377
Эруковая	0,015	2,40
Итого высших жирных кислот	89,228	75,827

Примечание: в таблице 3 приведены сведения хроматографического анализа малоэрукового рапсового и рыжикового масел, полученных соответственно из семян сорта Ратник и Пензяк.

Несмотря на то, что процентное содержание ВЖК, обладающих свойствами ПАВ, в рапсовом биокеросине превышает содержание их в рыжиковом биокеросине, смазочная способность рыжикового биокеросина по величине среднего диаметра пятна износа опытных образцов трения несколько лучше, что объясняется по всей видимости лучшими антифрикционными свойствами адсорбционной пленки ПАВ, образующейся на поверхности опытных образцов трения в смазочной среде рыжикового биокеросина.

Заключение. По смазочной способности биокеросин превосходит нефтяное моторное топливо: авиационный керосин ТС-1 и дизельное топливо ДТ-Л-К5. Рациональным составом, обеспечивающим лучшую смазочную способность по наименьшему износу опытных образцов трения на трибометре ТУ и аппарате HFRR, является биокеросин с содержанием в авиационном керосине 20...40% рапсового или рыжикового масла.

Список источников

1. Новак А.В. Декарбонизация отраслей ТЭК: решение климатических задач без ущерба для энергобезопасности // Энергетическая политика. 2024. №7 (198). С.8-13.
2. Гайворонский А.И., Гордин М.В., Марков В.А. Проблемы и перспективы использования безуглеродных и низкоуглеродных моторных топлив в условиях различных сценариев перехода к углеродно-нейтральной энергетике // Двигательное строительство. 2022. № 2 (288). С.4-28. DOI: 10.18698/jec.2022.2.4-28 EDN: WGWIU
3. Уханов Д.А., Уханов А.П., Ротанов Е.Г., Аверьянов А.С. Влияние дизельного смесового топлива на износ плунжерных пар ТНВД // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 3. С.105-108. EDN: OFZFJB
4. Уханов А.П., Уханов Д.А., Ротанов Е.Г. Снижение износа плунжерных пар ТНВД в результате применения рационального состава дизельного смесового топлива // Технология колесных и гусеничных машин. 2015. № 2 (18). С.46-51. EDN: TZLCKR
5. Авиакомпания Люфтганза совершила первый полет на биотопливе // Интернет-ресурс ru.poezdka.de 174/2011-1299/Luftgansa-bio.
6. Патент № 2802026 РФ. МПК C10L 1/08, C10L 1/02, C10L 1/19. Топливная композиция для дизельных двигателей внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Д. Черепанова. Заявка №2022126888 от 17.10.2022, Опубл. 22.08.2023, Бюл. № 24.

7. Уханов Д.А., Черепанова А.Д., Уханов А.П. Исследование автомобильного дизеля при работе на биокеросине // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №1 (65). С.192-202. DOI: 10.18286/1816-4501-2024-1-192-202 EDN: DNGYPS
8. Ибатуллин И.Д. Трибологические испытания на фрикционную совместимость: монография. Самара : СНЦ РАН, 2014. 217 с.
9. ГОСТ ISO20623-2013. Нефть и нефтепродукты. Определение противозадирных и противоизносных свойств с использованием четырехшариковой машины (европейские условия). М. : Стандартинформ. 16 с.
10. ГОСТ ISO12156-1-2012. Топливо дизельное. Определение смазывающей способности на аппарате HFRR. Часть 1. Метод испытаний. М. : Госстандарт. 8 с.
11. Володько О. С., Быченин А. П. Влияние реметализантов на процесс трения фрикционных дисков коробок передач // Самара АгроВектор. 2023, Т.3, № 4. С. 54-60. DOI: 10.55170/29493536_2023_3_4_54 EDN: EFJGJD.

References

1. Novak, A. V. (2024). Decarbonization of fuel and energy sectors: solving climate problems without compromising energy security // *Energy Policy*, 7 (198), 8-13. (in Russ.).
2. Gaivoronsky, A. I., Gordin, M. V., & Markov, V. A. (2022). Problems and prospects of using carbon-free and low-carbon motor fuels in various scenarios of transition to carbon-neutral energy. *Dvigatellestroenie*, (2), 4-28. (in Russ.).
3. Ukhanov, D. A., Ukhanov, A. P., Rotanov, E. G., & Averyanov, A. S. (2011). Effect of diesel mixed fuel on the wear of the plunger pairs of the injection pump. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), (3), 105-108. (in Russ.).
4. Ukhanov, A. P., Ukhanov, D. A. & Rotanov, E. G. (2015). Reducing wear of injection pump plunger pairs as a result of using a rational composition of mixed diesel fuel. *Technology of wheeled and tracked vehicles*. 2 (18). 46-51. (in Russ.).
5. Lufthansa Airlines made its first flight using biofuel. Internet resource ru.poezdka.de>174/2011-1299/Luftgansa-bio. (in Russ.).
6. Patent No. 2802026 RF. IPC C10L 1/08, C10L 1/02, C10L 1/19. Fuel composition for diesel internal combustion engines / D.A. Ukhanov, A.D. Cherepanova. – Application No. 2022126888 dated 10/17/2022, Publ. 08/22/2023, Bulletin. No. 24. (in Russ.).
7. Ukhanov, D. A., Cherepanova, A. D. & Ukhanov, A. P. (2024). Study of an automobile diesel engine when running on biokerosene. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 1 (65). 192-202. (in Russ.).
8. Ibatullin, I.D. (2014). Tribological tests for frictional compatibility. Samara. (in Russ.).
9. GOST ISO20623-2013. Oil and petroleum products. Determination of extreme pressure and anti-wear properties using a four-ball machine (European conditions). (in Russ.).
10. OST ISO12156-1-2012. Diesel fuel. Determination of lubricity using an HFRR apparatus. Part 1. Test method. (in Russ.).
11. Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2023). The effect of remetalizants on the friction process of friction discs of gearboxes. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*. 3, 4. 54-60. DOI: 10.55170/29493536_2023_3_4_54 EDN: EFJGJD. (in Russ.).

Информация об авторах:

Д. А. Уханов – доктор технических наук, профессор;
А. П. Уханов – доктор технических наук, профессор;
О. С. Володько – кандидат технических наук, доцент;
А. П. Быченин – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

D. A. Ukhanov – Doctor of Technical Sciences, Professor;
A. P. Ukhanov – Doctor of Technical Sciences, Professor;
O. S. Volodko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. P. Bychenin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.01.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 20.01.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 621.3.036

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-22-27

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА С САМОРЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОНАГРЕВОМ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ СУШКИ ПЛОДОВООВОЩНОГО СЫРЬЯ

Александр Викторович Щегольков^{1✉}, Юрий Викторович Родионов², Алексей Викторович Щегольков³

^{1,2} Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

³ Московский политехнический университет, Москва, Россия

¹ energynano@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4317-0689>

² rodionow.u.w@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9601-9555>

³ alexxx5000@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1838-3842>

Резюме. Цель исследований – повышение энергетической эффективности автоматизированных сушильных установок за счет применения электронагревателей с эффектом саморегулирования температуры и автоматизированной системой управления. Процесс сушки растительного сырья является энергозатратным и требует для своей реализации мощных энергетических источников. Анализ тепловых потерь при повышенных энергетических затратах в процессе сушки – определяет необходимость использования более эффективной и управляемой системы электронагрева. В статье исследована возможность применения электронагревателей с эффектом саморегулирования температуры для сушки плодовоовощной продукции. Конструктивно электронагреватели состояли из следующих составных частей: электрода (алюминиевая фольга толщиной 100 мкм), дисперсного наполнителя – многослойные нанотрубки (МУНТ) и полимерной матрицы (эластомер). МУНТ были получены методом электромагнитного СВЧ-синтеза. Для электропитания полимерного композита использовался программируемый источник тока Актаком АНТ-1351 с выходным регулируемым напряжением от 0 до 30 В. С помощью тепловизора были получены данные о тепловом потоке инфракрасного спектра, который соответствовал равномерному излучению с поверхности электронагревателя. Активизация нагрева происходила в результате поляризации переменным напряжением полимерного композита с использованием алгоритмов нейронной сети. Показана схема сушильной установки с адаптивным электронагревом в зависимости от условий сушки, в частности от температуры в сушильной камере и температуры плодовоовощного сырья. Интеллектуальное управление процессом сушки в данном случае обеспечивалось адаптивным изменением напряжения электронагревателя, тем самым изменяя мощность теплового потока в зависимости от степени готовности (влагосодержания) исходного сырья. Представленный способ сушки позволяет сохранять полезные и питательные свойства обрабатываемого сырья.

Ключевые слова: сушка, эффект саморегулирования температуры, эластомер, углеродные нанотрубки, нейронные сети

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-00855, <https://rscf.ru/project/24-29-00855/>

Для цитирования: Щегольков А. В., Родионов Ю. В., Щегольков А. В. Автоматизированная система с саморегулируемым электронагревом для энергоэффективной сушки плодовоовощного сырья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 22-27. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-22-27

Original article

AUTOMATED SYSTEM WITH SELF-REGULATING ELECTRIC HEATING FOR ENERGY-EFFICIENT DRYING OF FRUIT AND VEGETABLE RAW MATERIALS

Alexander V. Shchegolkov^{1✉}, Yury V. Rodionov², Aleksei V. Shchegolkov³

^{1,2} Tambov State Technical University, Tambov, Russia

³ Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia

¹ energynano@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4317-0689>

² rodionow.u.w@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9601-9555>

³ alexxx5000@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1838-3842>

Abstract. The aim of the research is to increase the energy efficiency of automated drying units by using electric heaters with the effect of self-regulating temperature and an automated control system. The process of drying plant materials is energy-intensive and requires powerful energy sources for its implementation. Analysis of heat losses at increased energy costs in the drying process – determines the need to use a more efficient and controllable electric heating system. The article investigates the possibility of using electric heaters with the effect of self-regulating temperature for drying fruit and vegetable products. Structurally, the electric heaters consisted of the following components: an electrode (aluminum foil 100 µm thick), a dispersed filler - multilayer nanotubes (MWCNTs)

and a polymer matrix (elastomer). MWCNTs were obtained by electromagnetic microwave synthesis. The polymer composite was powered by a programmable current source Aktakom ANT-1351 with an output adjustable voltage from 0 to 30 V. Using a thermal imager, data on the heat flow of the infrared spectrum were obtained, which corresponded to uniform radiation from the surface of the electric heater. Heating was activated as a result of polarization of the polymer composite by alternating voltage using neural network algorithms. The diagram of the drying unit with adaptive electric heating depending on the drying conditions, in particular, on the temperature in the drying chamber and the temperature of the fruit and vegetable raw materials is shown. Intelligent control of the drying process in this case was ensured by adaptive change in the voltage of the electric heater, thereby changing the power of the heat flow depending on the degree of readiness (moisture content) of the original raw materials. The presented drying method allows preserving the useful and nutritional properties of the processed raw materials.

Keywords: drying, temperature self-regulation effect, elastomer, carbon nanotubes, neural networks

Acknowledgements: The research was carried out at the expense of the Russian Science Foundation grant No. 24-29-00855, <https://rscf.ru/project/24-29-00855/>

For citation: Shchegolkov, A. V., Rodionov, Yu. V. & Shchegolkov, A. V. (2025). Automated system with self-regulating electric heating for energy-efficient drying of fruit and vegetable raw materials *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 10, 1, 22-27 (in Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-22-27

Одним из инновационных направлений развития агропромышленного комплекса (АПК) является разработка новых материалов, которая позволяет осуществить переход на новую элементную базу с возможностью интеграции в автоматизированные системы, необходимых для оснащения технических средств переработки плодовоовощной продукции с высоким уровнем оптимизации. Необходимо отметить активное использование новых технологий в сфере переработки растительного сырья [1-5]. Это обусловлено необходимостью сохранения питательных веществ, и соответственно, повышением экономической рентабельности технологий переработки растительного и плодовоовощного сырья [6-7]. Применение традиционных средств электронагрева приводит к получению продукции при больших затратах энергии и длительности процесса, а также потере ценных свойств плодовоовощной продукции. При этом автоматизация является важным направлением развития технологий переработки растительного сырья и может быть улучшена за счет применения новых типов элементов электронагрева, обладающих эффектом саморегулирования температуры.

Разработка нового технического оснащения для термической обработки плодовоовощной продукции, обусловлена получением материалов нового поколения для термической обработки растительного сырья, что в свою очередь создает основу новым техническим возможностям для полной автоматизации процесса сушки. Данный подход может быть реализован на стыке таких научных дисциплин как материаловедение и информатика, т.е. интеллектуальные информационные технологии, которые могут быть использованы для управления новых функциональных и конструктивных материалов [8-11]. Интеллектуальные технологии, интегрированные в функциональные материалы, позволят обеспечить обратную связь с процессом сушки и получить объективную информацию о термической обработке растительных материалов, [10].

Разработка новых средств электронагрева, обладающих эффектом саморегулирования температуры для сушки растительного сырья, обеспечивающих оптимизацию процесса является актуальной задачей.

Цель исследований – улучшить энергетическую эффективность сушильной установки за счет применения электронагревателей с эффектом саморегулирования температуры и автоматизированной системой управления.

Задачи исследований: обосновать структурную схему автоматического регулирования для электронагревателей с эффектом саморегулирования температуры; исследовать тепловыделения с поверхности электронагревателя при различном питающем напряжении.

Материал и методы исследований. В соответствии с методикой изложенной в работах [8, 9] был получен нагреватель площадью 25 см² и толщиной 0,2 см. В качестве элементов подвода электрического тока использовались электроды – алюминиевая фольга (А5, РусАл, Россия) толщиной 100 мкм. В таблице 1 представлен состав нагревателя (Полимерная матрица – кремнийорганический компаунд «Силагерм»-8040 (ООО «ЭЛЕМЕНТ 14», Москва, Россия). В качестве дисперсного наполнителя использовались многослойные углеродные нанотрубки (МУНТ), полученных методом СВЧ-синтеза. Нагревательные элементы подключались к программируемому источнику тока (Актаком АНТ-1351, Россия) (выходное напряжение 0-30 В (регулируемое).

Регистрация потребляемого тока производилась с помощью мультиметра UNI-T UT71E+ (UNI-T, Китай), синхронизированного с персональным компьютером (на основе процессора Ryzen 7 1700) по USB-интерфейсу. Исследование распределения температурного поля на поверхности нагревателя в режиме тепловыделений проводилось бесконтактным методом с помощью тепловизора Testo-875-1 (Германия, Testo).

Энергосберегающая конвективно-вакуумная сушилка (рис. 1) содержит цилиндроконическую камеру 1, штуцер герметичного питания 2, барабан 3, воздухопроводы 4, электрический саморегулирующийся нагреватель 5 и шаровые затворы 6. Цилиндроконическая камера 1, представляет собой первую ступень сушилки, которая через вставку цилиндрического профиля и устройство перекрытия 7 соединена с камерой второй ступени 8, герметичную крышку 9, устройство соединения с вакуумной системой 10.

Энергосберегающая конвективно-вакуумная сушилка для растительного сырья работает следующим образом: воздух подается в цилиндроконическую камеру 1, где подогревается электрическим теплоаккумулирующим нагревателем 5. Растительный материал в виде соломки, подается через штуцер питателя 2, захватывается потоком теплоносителя и попадает во внутреннюю полость сушилки, где образует взвешенный закрученный слой, в этот момент времени горячий воздух уносит влагу и проходит через электрический саморегулирующийся нагреватель, в котором отдает часть теплоты. Растительный материал теряет поверхностную влагу, и скапливается в нижней части сушилки (барабане) 3. Вторая камера 8 в этот момент прогревается с помощью электрического теплоаккумулирующего нагревателя. После того, как наберется требуемый объем, открывается герметичный затвор 7, при этом закрываются шаровые затворы 6 и растительный материал пересыпается во вторую ступень камеры 8, где начинается вторая стадия сушки, а именно продувка и вакуумирование через устройство соединения с вакуумной системой 10. Высушенный продукт ссыпают через крышку 9 и отправляют на дальнейшую обработку.

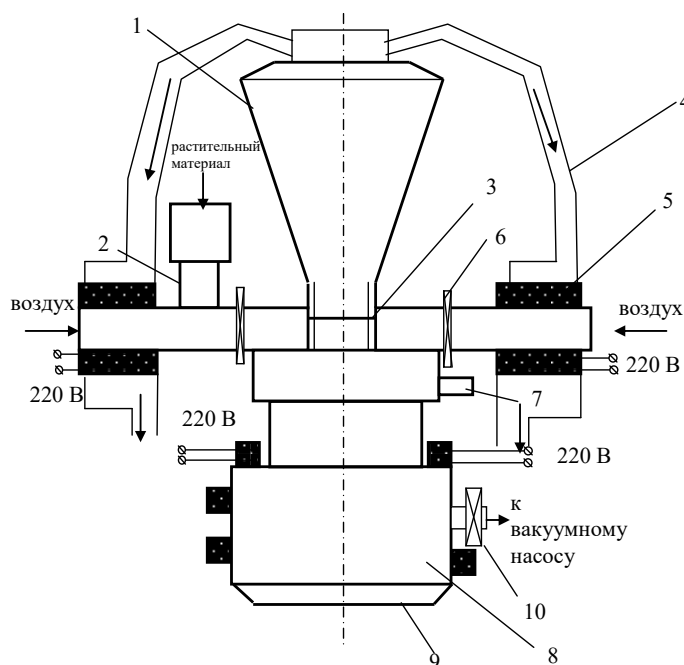


Рис. 1. Сушильная установка с электронагревателями:

- 1 – цилиндроконическая камера (режим конвективной сушки); 2 – штуцер герметичного питания; 3 – барабан; 4 – воздухопроводы;
5 – электрический саморегулирующийся нагреватель; 6 – шаровые затворы; 7 – устройство перекрытия;
8 – камера второй ступени (режим вакуумной сушки); 9 – крышка; 10 – вакуумная система.

На рисунке 2 приведена структурная схема автоматизированного управления системой электронагрева с эффектом саморегулирования температуры для сушильной установки. Для входного воздействия (x) используется напряжение питания нагревателя, которое изменяется по алгоритму - формируемому нейронной сетью.

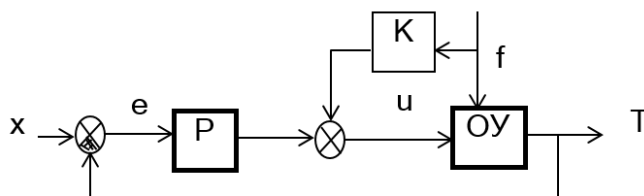


Рис. 2. Структурная схема автоматического регулирования процесса сушки

Структурная схема автоматического регулирования (комбинированная) процесса сушки плодоовощной продукции: К – усилитель с коэффициентом усиления К; возмущающее воздействие f ; Р – регулятор; x – входное воздействие (напряжение питания нагревателя, которое изменяется по алгоритму формируемому нейронной сетью); e – сигнал рассогласования (ошибка управления); u – управляющее воздействие; ОУ – объект управления (сушильная установка); Т – выходной сигнал.

Принцип функционирования схемы автоматического регулирования (рис. 2) основан на контроле температурного режима в сушильной камере с управляющим воздействием на основе сигнала от регулятора с учетом усиленного сигнала от возмущающего воздействия. Преимуществом такой схемы управления является возможность задание мощности теплового потока, который не будет перегревать высушиваемый материал, так верхний диапазон температур ограничен – температурой саморегулирования. Структурная схема автоматического регулирования процесса сушки должна дорабатываться под конкретный тип системы сушки с учетом размещения измерительных преобразователей температуры, а также особенностей теплообмена, связанных с конструкцией сушильной установки.

Результаты исследований. Исследование температурного поля для нагревателя при изменении уровня питающего напряжения (от 12 до 18 В с шагом 2 В) представлено на рисунке 3.

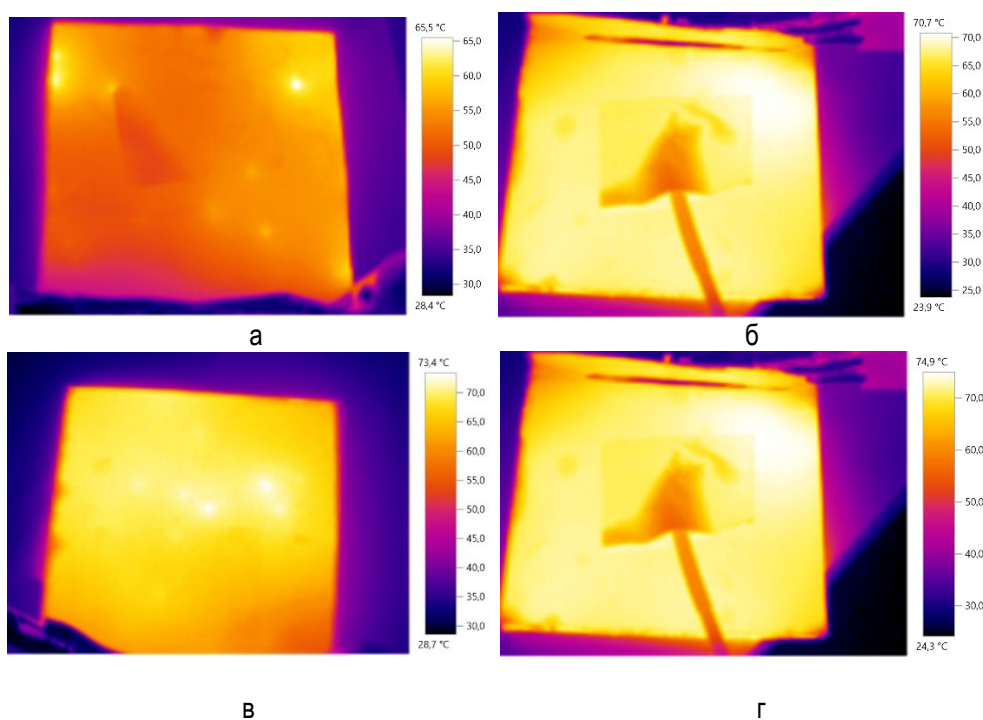


Рис. 3. Тепловизионные снимки нагревателя при смене питающего напряжения

Из анализа тепловизионных снимков следует, что температурное поле – формируемое на поверхности нагревателей является практически равномерным с незначительными температурными искажениями (в виде точек или краевых эффектов) для разных значений питающего напряжения в диапазоне от 12 до 18 В. Максимальные значения температур для тепловизионных снимков поверхности нагревателя - приведены в таблице 1.

В таблице 1 показаны режимы саморегулирования температуры в зависимости от питающего напряжения.

Таблица 1

Режим работы электронагревателя с эффектом саморегулирования температуры

№	Напряжение, В	Температура саморегулирования, °С	Время саморегулирования, с
1	12	65,5	220
2	14	70,7	205
3	16	73,4	192
4	18	74,9	170

Повышение питающего напряжения нагревателей приводит к снижению времени саморегулирования и повышению температуры (таблица 1), что может быть использовано при выборе параметров настройки автоматической системы регулирования сушки (входного воздействия (x)), а также обучении нейронной сети, которая

учитывает особенности режимов работы нагревателей. Изменение питающего напряжения на 6 В приводит к росту температуры нагревателя на 9,4 °С и снижению времени саморегулирования на 50 с. Это может быть использовано для реализации сушки с несколькими периодами или стадиями, когда влагосодержание и структурно-морфологические свойства растительного сырья меняются в процессе сушки и необходимо подбирать эффективный динамический режим сушки с управляемыми циклами (по времени и температурному воздействию).

Заключение. Проведенные исследования показали возможность получения нагревателей с эффектом саморегулирования температуры, которые могут обладать управляемыми динамическими параметрами нагрева, связанными с изменением мощности и динамики роста температуры, а также различным значением установившейся температуры на поверхности, что позволяет адаптировать технологию ИК нагрева в вакуумных сушильных установках для сушки растительного сырья с учетом различных видов плодовоовощной продукции.

Из основных выводов можно выделить следующие:

1. Представленная схема автоматического регулирования при которой для входного воздействия используется напряжение питания нагревателя, которое изменяется по алгоритму формируемому нейронной сетью. Саморегулирование температуры позволяет не перегревать растительное сырье, так как существует ограничение по верхнему порогу температуры.

2. Анализ тепловизионных снимков показывает, что температурное поле – формируемое на поверхности нагревателей является практически равномерным с незначительными температурными искажениями (в виде точек или краевых эффектов) для разных значений питающего напряжения в диапазоне от 12 до 18 В.

Список источников

1. Сапожников А. Н., Копылова А. В., Обриков Д. А. Перспективы использования порошков из мякоти тыквы и плодов шиповника в хлебопечении // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2024. Т. 27, № 2. С. 242-255. DOI: 10.21443/1560-9278-2024-27-2-242-255 EDN: KWDAEW
2. Типсина Н. Н., Демиденко Г. А. Использование продукта переработки растительного сырья при изготовлении новых видов мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9(198). С. 230-237. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-230-237 EDN: AJOLWT
3. Васюкова А. Т., Кусова И. У., Дышекова М. М. [и др.] Разработка продуктов с пролонгированным сроком хранения // Новые технологии. 2024. Т. 20, № 1. С. 42-49. DOI: 10.47370/2072-0920-2024-20-1-42-49 EDN: RICZRR
4. Сергеева И. Ю., Аншуков А. В., Рябоконева Л. А. Фитохимический потенциал *Betula pendula* и *Atriplex hortensis* для технологии функциональных продуктов питания // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2024. № 1(69). С. 128-134. DOI: 10.31563/1684-7628-2024-69-1-128-134 EDN: NKEXTQ
5. Бурак Л. Ч., Сапач А. Н., Завалей А. П. Влияние обработки холодной плазмой на качество и пищевую ценность растительного сырья. Обзор предметного поля // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2024. Т. 14, № 2(49). С. 173-183. DOI: 10.21285/achb.914 EDN: RETQNK
6. Посокина Н. Е., Захарова А. И. Современные биологические способы обработки растительного сырья, применяемые для увеличения его хранимостности // Пищевые системы. 2024. Т. 7, № 2. С. 298-304. DOI: 10.21323/2618-9771-2024-7-2-298-304 EDN: GZDFNA
7. Курочкин А. А., Новикова О. А., Юрьев В. Ю. Термовакuumная экструзия как представитель нового технологического уклада в пищевых системах // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11, № 1. С. 38-45. EDN: RFXLAI
8. Щегольков, А. В. Автоматизированная система сушки и очистки растительного сырья с применением тепловых аккумуляторов и электронагревателей с эффектом саморегулирования температуры // Наука в центральной России. 2023. № 6(66). С. 17-26. DOI: 10.35887/2305-2538-2023-6-17-26 EDN: ABNWQV
9. Щегольков А. В., Щегольков А. В., Чумак М. А. [и др.] Синтез углеродных нанотрубок с помощью СВЧ излучения для модификации эластомера с улучшенной электро- и теплопроводностью // Перспективные материалы. 2024. № 4. С. 54-65. DOI: 10.30791/1028-978X-2024-4-54-65 EDN: BESMQQ
10. Щегольков А. В., Щегольков А. В., Комаров Ф. Ф. [и др.] Электро- и теплофизические свойства кремнийорганических эластомеров, модифицированных углеродными нанотрубками и микроразмерными металлическими структурами // Российский химический журнал. 2023. Т. 67, № 4. С. 48-53. DOI: 10.6060/rcj.2023674.9 EDN: AWBIXD
11. Васильев С. И., Машков С. В., Гриднева, Т. С., Кудряков Е. В. Обоснование характеристик электрического поля для повышения энергосбережения при выращивании овощных культур // Самара АгроВектор. 2022. Т. 2, № 2. С. 17-27. DOI 10.55170/29493536_2022_2_2_17. EDN PDUAGX.

References

1. Sapozhnikov, A. N., Kopylova, A.V., & Obrikov, D. A. (2024). Prospects for the use of pumpkin pulp and rosehip fruit powders in baking. *Bulletin of the Murmansk State Technical University*, 27(2), 242-255. (in Russ).
2. Tipsina, N. N., & Demidenko, G. A. (2023). Use of the product of processing of vegetable raw materials in the manufacture of new types of flour confectionery products. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, (9 (198)), 230-237. (in Russ).
3. Vasyukova, A. T., Kusova, I. U., Moshkin, A.V., Dysheкова, M. M., & Glukhova, E. V. (2024). Development of products with extended shelf life. *New Technologies*, 20(1), 42-49. (in Russ).

4. Sergeeva I. Yu., Anshukov A. V. & Ryabokoneva L. A. (2024). Phytochemical potential of *Betula pendula* and *Atriplex hortensis* for the technology of functional foods. *Bulletin of Bashkir State Agrarian University*. 2024. 1(69). 128-134. (in Russ).
5. Burak, L. Ch., Sapach, A. N., & Zavaley, A. P. (2024). Effect of cold plasma treatment on the quality and nutritional value of plant raw materials. Overview of the subject field. *Izvestiya vuzov. Applied Chemistry and Biotechnology*, 14(2 (49)), 173-183. (in Russ).
6. Posokina, N. E., & Zakharova, A. I. (2024). Modern biological methods of processing plant raw materials used to increase its storage capacity. *Food systems*, 7(2), 298-304. (in Russ).
7. Kurochkin, A. A., Novikova, O. A., & Yuryev, V. Yu. (2024). Thermal vacuum extrusion as a representative of a new technological order in food systems. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*, 11(1), 38-45. (in Russ).
8. Shchegolkov, A. V. (2024). An automated system for drying and cleaning vegetable raw materials using thermal accumulators and electric heaters with the effect of temperature self-regulation. *Science in Central Russia*. 2023. 6(66). 17-26. (in Russ).
9. Shchegolkov, A.V., Shchegolkov, A.V., & Chumak, M. A. (2024). Synthesis of carbon nanotubes using microwave radiation to modify an elastomer with improved electrical and thermal conductivity. *Perspektivnye materialy*, 4, 54-65. (in Russ).
10. Shchegolkov, A.V., Komarov, F. F., Parfimovich, I. D., & Zemtsova, N. V. (2023). Electro - and thermophysical properties of organosilicon elastomers modified with carbon nanotubes and micro-sized metal structures. *Russian Chemical Journal*, 67(4), 48-53. (in Russ).
11. Vasiliev, S. I., Mashkov, S. V., Gridneva, T. S. & Kudryakov, E. (2022). In substantiation of the characteristics of the electric field to increase energy saving in the cultivation of vegetable crops // *Samara AgroVector*. 2, 2. 17-27. (in Russ).

Информация об авторах:

А. В. Щегольников – кандидат технических наук, доцент;
Ю. В. Родионов – доктор технических наук, профессор;
А. В. Щегольников – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

A. V. Shchegolkov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Y. V. Rodionov – Doctor of Technical Sciences, Professor;
A. V. Shchegolkov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 631.51.013

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЯРУСНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Максим Павлович Ерзамаев^{1✉}, Дмитрий Сергеевич Сазонов²,
Евгений Иванович Артамонов³, Никита Максимович Ерзамаев⁴

^{1, 2, 3, 4} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹ erzamaev_mp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

² sazonov_ds@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

³ artamonov.evgenij.ivanovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

⁴ erzamaev.nm@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-7445-0699>

Резюме. Цель исследования – повышение качества технологического процесса ярусной обработки почвы. Для глубокой обработки почвы во многих странах используют простые и надежные орудия с рамой на опорных колесах и несколькими рыхлительными органами. Типичным является рыхлитель с прямой или криволинейной стойкой и долотом. По агротехническим требованиям, верхний слой почвы срезают и укладывают на дно борозды, затем сверху помещают нижний слой. В Самарском аграрном университете разработали метод обработки почвы с одновременным рыхлением нижней части и подпахотного слоев с последующим оборотом нижнего слоя. Для реализации этого метода создали комбинированный плуг, состоящий из рамы и рабочих органов верхнего и нижнего ярусов. Секция комбинированного плуга включает лемешный плужный корпус верхнего и безлемешный корпус нижнего ярусов. Качество обработки оценивали по полноте и глубине заделки семян сорной растительности и качеству крошения почвы. Анализ проводили по слоям. Пробы брали с девятикратной повторностью. Исследования проводили на полях Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства. Вспашку проводили тракторами Т-150К и ХТЗ-16131. Испытания проводили на участках с углом наклона не более 2°. Почва на участке была однородной. Вспашка серийным лемешным плугом ПНЯ-4-42 привела к гребнистости дневной поверхности почвы, превышающей допустимые значения агротехнических требований на 0,03 метра. Комбинированный плуг улучшил ситуацию: гребнистость составила 0,052 метра, что соответствует требованиям. Комбинированный плуг позволяет повысить качество обработки почвы: улучшить крошение почвы, уменьшить гребнистость и увеличить глубину заделки растительных остатков. С увеличением глубины обработки качество крошения снижается, но лучшие результаты достигаются на более высоких рабочих скоростях. Средняя высота гребней после обработки комбинированным плугом составляет 0,052 метра, а количество заделанных остатков – 97,7-98,8%. Глубина их заделки превышает 0,18 метра, а степень крошения соответствует агротехническим требованиям.

Ключевые слова: почва, гребнистость, плуг, семена сорной растительности, заделка, крошение, ярусная обработка

Для цитирования: Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Артамонов Е. И., Ерзамаев Н. М. Определение качественных показателей технологического процесса ярусной обработки почвы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 28-33. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33

Original article

DETERMINATION OF QUALITATIVE INDICATORS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF LONGLINE TILLAGE

Maxim P. Erzamaev^{1✉}, Dmitry S. Sazonov², Evgeniy I. Artamonov³, Nikita M. Erzamaev⁴

^{1, 2, 3, 4} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹ erzamaev_mp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

² sazonov_ds@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

³ artamonov.evgenij.ivanovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

⁴ erzamaev.nm@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-7445-0699>

Abstract. The purpose of the study is to improve the quality of the technological process of longline tillage. For deep tillage in many countries, simple and reliable tools with a frame on support wheels and several ripping organs are used. A ripper with a straight or curved rack and a chisel is typical. According to agrotechnical requirements, the top layer of soil is cut off and laid at the bottom of the furrow, then the bottom layer is placed on top. Samara Agrarian University has developed a method of tillage with simultaneous loosening of the lower part and the under-arable layers, followed by a turnover of the lower layer. To implement this method, a combined plow was created, consisting of a frame and working bodies of the upper and lower tiers. The section of the combined plow includes a ploughshare body of the upper and a ploughshareless body of the lower tiers. The quality of treatment was assessed by the completeness and depth of embedding of weed seeds and the quality of soil crumbling. The analysis was carried out by layers. The samples were taken with a nine-fold repetition. The research was carried out in the fields of the Volga Scientific Research Institute of Breeding

and Seed Production. Plowing was carried out by tractors T-150K and HTZ-16131. The tests were carried out in areas with an inclination angle of no more than 2°. The soil on the site was homogeneous. Plowing with a serial ploughshare of the STUMP-4-42 led to a ridge on the daytime soil surface exceeding the permissible values of agrotechnical requirements by 0.03 meters. The combined plow improved the situation: the ridge was 0.052 meters, which meets the requirements. The combined plow makes it possible to improve the quality of tillage: improve soil crumbling, reduce rippling and increase the depth of embedding of plant residues. As the processing depth increases, the quality of the crumbling decreases, but better results are achieved at higher operating speeds. The average height of the ridges after processing with a combined plow is 0.052 meters, and the amount of embedded residues is 97.7-98.8%. The depth of their embedding exceeds 0.18 meters, and the degree of crumbling meets agrotechnical requirements.

Keywords: soil, combing, plough, weed seeds, grouting, crumbling, tiering

For citation: Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., Artamonov, E. I. & Erzamaev, N. M. (2025). Determination of qualitative indicators of the technological process of longline tillage. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 28-33 (in Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33

Во многих странах для глубокой обработки почвы используются орудия, которые отличаются простотой конструкции и надежностью в эксплуатации. Они включают раму на опорных колесах, на которой установлено несколько рабочих органов для рыхления [1, 2].

Наиболее типичным является рабочий орган глубокого рыхлителя, состоящего из прямой или криволинейной стойки, на которой закреплено плоское или фигурное долото. Для увеличения зоны рыхления на стойках дополнительно крепят уширители [1, 2, 3].

В настоящее время сельскохозяйственная промышленность серийно выпускает чизельные плуги с прямой и наклонной стойкой, плуги общего назначения, плуги с почвоуглубителями, а также ярусные отвальные плуги [1, 3, 4].

По агротехническим требованиям достаточно срезать и заделать на дно борозды верхний слой, толщиной 0,1 м, а поверх него уложить нижний слой почвы [5, 6]. При этом даже без оборота верхнего и нижнего пластов обеспечивается заделка пожнивных остатков, семян сорной растительности, органических и минеральных удобрений. Рекомендуется отношение толщин обрабатываемых пластов корпусами верхнего и нижнего ярусов равное 1, так как это условие способствует получению наилучшего крошения почвы при ярусной вспашке [7, 8, 9, 12-14].

Цель исследований – повышение качества технологического процесса ярусной обработки почвы.

Задача исследований – оценить качество крошения почвы и заделки семян сорной растительности по глубине при ее обработке ярусными плугами.

Материалы и методы исследований. В Самарском государственном аграрном университете разработан метод обработки почвы, при котором происходит одновременное рыхление нижней части почвы и подпахотного слоя с последующим оборотом нижнего слоя. Этот метод позволяет улучшить структуру почвы и устранить образование уплотненного слоя почвы, который обычно возникает при традиционной вспашке [4].

Технологический процесс предложенного метода ярусной обработки почвы с разрыхлением подпахотного горизонта осуществляется разработанным комбинированным плугом [10], состоящим из рамы и рабочих органов верхнего и нижнего ярусов. Верхний ярус включает в себя плужный корпус с лемешно-отвальной частью, а рабочий орган нижнего яруса представляет собой корпус безлемешного типа с отвалом и долотом [9].

Для проведения исследований комбинированный плуг и серийный плуг ПНЯ-4-42 агрегатировались с тракторами Т-150К и ХТЗ-16131 (рис. 1).



Рис. 1. Комбинированный плуг на полевых исследованиях:
а – общий вид комбинированного плуга; б – комбинированный плуг в работе

Исследования выполнялись на опытных участках поля, где угол наклона участка в любом направлении был не более 2°. По почвенным условиям участок был однородным, то есть почва в различных местах имела одинаковые характеристики. Плотность, влажность, макроагрегатный состав не отличались более чем на $\pm 5\%$.

Качество заделки растительных и пожнивных остатков при реализации технологического процесса предлагаемой ярусной обработки оценивалось по полноте и глубине заделки растительных и стерневых остатков и семян сорняков, находящихся изначально на поверхности поля. Оценка качества заделки семян сорной растительности выполнялась после обработки почвы комбинированным и серийным плугами на скоростях движения пахотного агрегата 1,5; 2,0 и 2,5 м/с [9].

После проведения ярусной обработки почвы на заданную глубину, производился поперечный срез обработанного пахотного горизонта (рис. 2). Измерение глубины заделки пожнивных остатков осуществлялось по их положению относительно горизонтальной профилирующей рейки в пятикратной повторности для каждого скоростного режима и глубины обработки.

Методика оценки степени засоренности почвы сорняками состоит из трех этапов: отбор проб почвы, удаление илистой фракции с помощью воды, проходящей через сито с отверстиями 0,25 мм, и выделение семян сорняков [9, 11].

Отбор проб для анализа влияния способа обработки на качество обработки проводился по слоям 0-0,1, 0,1-0,2, 0,2-0,3, 0,3-0,4, 0,3-0,5 м с девятикратным повторением, поперек прохода почвообрабатывающего агрегата.



Рис. 2. Определение глубины заделки пожнивных остатков

Отбор проб проводился в 6-10 равномерно распределенных точках на поле. В каждой точке бур погружали в почву вертикально до нужной глубины, затем поворотом по часовой стрелке отделяли образец и извлекали его из почвы. Отбирались образцы почвы по слоям, начиная с 0-0,1 метра и далее с шагом 0,1 метра. Образцы помещались в пакеты или коробки с этикетками и отправлялись в лабораторию для анализа, где их доводили до воздушно-сухого состояния и хранили до начала анализа.

Отбор образцов почвы проводился по методу малых проб, который разработал Б. А. Доспехов. Этот метод предполагает уменьшение объема почвы, отбираемого в каждом образце, что снижает трудозатратность. В результате увеличения числа отбираемых образцов повышается репрезентативность выборки, а также уменьшается вариация малых проб по сравнению с большими.

В рамках обследования определенного участка или делянки полевого эксперимента, мы провели сбор не менее 10-20 отдельных проб, каждая из которых весит около 0,3-0,5 килограмма. Сбор осуществлялся отдельно по каждому слою (0-0,1, 0,1-0,2, 0,2-0,3, 0,3-0,4, 0,4-0,5 метра). Все эти образцы были объединены, и из них был подготовлен один смешанный образец, вес которого составляет 250-300 граммов. Перед этим образцы были высушены до воздушно-сухого состояния. Затем из этого смешанного образца были отобраны два средних образца, каждый из которых весит 100 граммов, и с ними проводились дальнейшие исследования [9].

Удаление илистой фракции из образца почвы проводили по методу И.Н.Шевелева. Для этого образец помещали на сито с квадратными ячейками размером 0,25 см и промывали его в баке, заполненном водой на три четверти. Растирали комочки почвы, не надавливая на образец, периодически извлекали сито из воды для ускорения процесса удаления илистых частиц. Затем образец тщательно промывался в другой ёмкости или под струёй воды до тех пор, пока вода не становилась полностью прозрачной [9].

Выделенные из образца семена помещались на разборную доску (рис. 3), разделяли их по видам и подсчитывали количество.



Рис. 3. Разборная доска с семенами сорных растений после удаления илистой части

Результаты исследований. После ярусной вспашки серийно выпускаемым лемешным плугом ПНЯ-4-42 на глубину 0,35 м (рис. 4, а), гребнистость дневной поверхности почвы в среднем составила 0,08 м, что существенно превысило допустимые значения по агротехническим требованиям (не более 0,05 м) на 0,03 м. Высота продольных неровностей на дне обработанного слоя почвы составила $\pm 0,03$ м, что незначительно превышает агротехнические требования [9].

После обработки почвы на глубину 0,4 метра с использованием комбинированного ярусного плуга (рис. 4, б), средняя гребнистость почвы составила 0,052 метра. Этот показатель соответствует агротехническим стандартам. Профиль неровностей дна подпахотного обработанного слоя почвы после прохода безлемешных рыхлительных корпусов нижнего яруса, образован в виде бороздок глубиной до 0,05 м, что не значительно превышает аналогичные допустимые показатели по агротехническим требованиям для лемешно-отвальных рабочих органов [9].

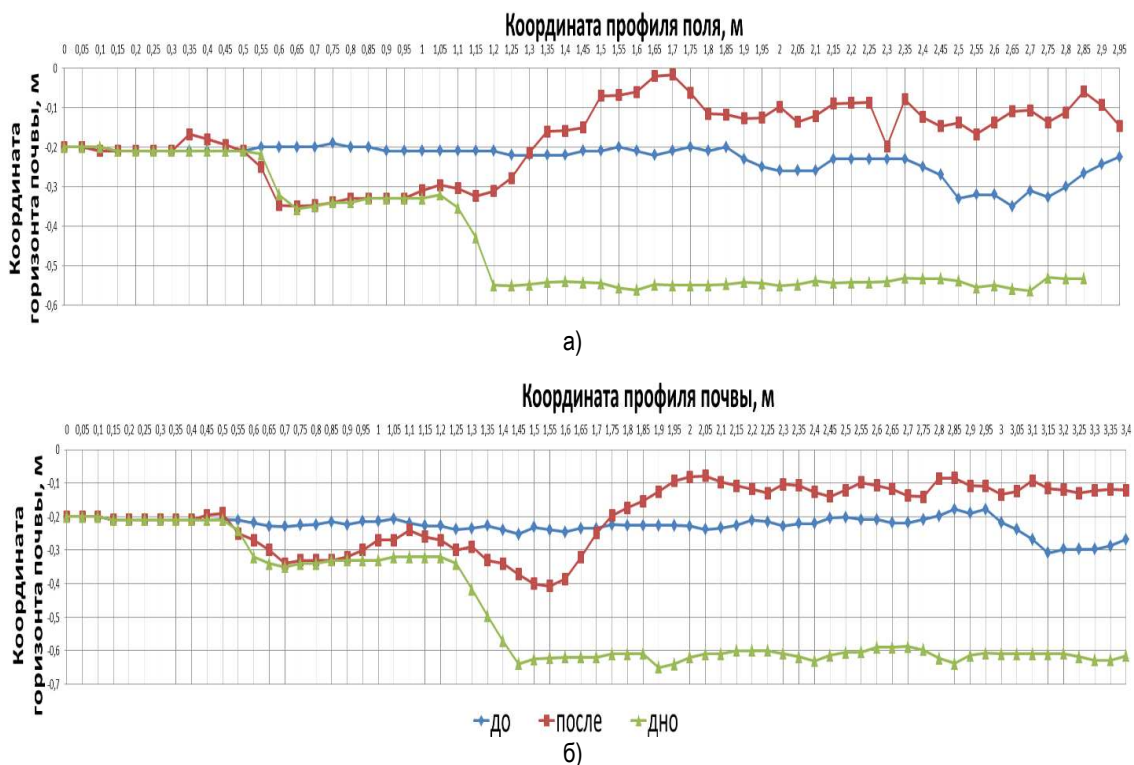


Рис. 4. Профили дневной поверхности и дна обработанного горизонта после:
а) ярусной вспашки плугом ПНЯ; б) ярусной вспашки комбинированным плугом

Таблица 1

Распределение семян сорной растительности по глубине горизонта почвы, %

ФОН	Горизонт почвы, м				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
До обработки	69,7	18,1	9,8	2,4	0
ПНЯ-4-42	3,9	18,6	54,9	22,6	0
Комб.плуг	3,4	10,3	45,6	38,7	2

Обработка почвы серийным плугом ПНЯ-4-42 позволяет заделать 77,5% семян сорной растительности на глубину более 0,2 м., а применение предлагаемого комбинированного плуга позволяет повысить качество заделки семян сорной растительности до 86,3 %.

Таблица 2

Качество крошения почвы пахотного горизонта от глубины ее обработки комбинированным плугом, %

Скорость, м/с	Глубина обработки, см			
	30	35	40	45
1,5	80,4	75,1	75	75,8
2	81,9	77,5	75,5	75,3
2,5	82,5	80,4	77,3	76

При обработке почвы на глубине 0,3 метра и рабочих скоростях 1,5, 2,0 и 2,5 м/с, степень крошения составила 80,4%, 81,9% и 82,5% соответственно. При увеличении глубины обработки до 0,35 метра, эти показатели снизились до 75,1%, 77,5% и 80,4% соответственно. На глубине 0,4 метра качество крошения снизилось до 75% при всех трех рабочих скоростях, а на глубине 0,45 метра – до 75,8%, 75,3% и 76% соответственно. Таким образом, с увеличением глубины качество крошения почвы незначительно снижается, однако лучшие результаты достигаются при использовании более высоких рабочих скоростей [9].

Заключение. Применение предлагаемого комбинированного плуга позволяет повысить качество заделки семян сорной растительности в сравнении с ярусной обработкой выполняемой серийным плугом ПНЯ-4-42. Разработанный комбинированный плуг при рабочей скорости 1,5-2,5 метра в секунду обеспечивает более высокое качество обработки почвы, чем серийный плуг ПНЯ-4-42, средняя высота гребней на обработанной поверхности составляет 0,052 метра, степень крошения почвы при этом составляет 75,3-82,5%, что соответствует агротехническим требованиям.

Список источников

1. Касьянов А. В., Ишков А. С., Белоусов Н. И. Анализ конструкций рабочих органов плугов // Электроэнергетика сегодня и завтра. 2023. С. 223-227. EDN: MLHVHO
2. Борисенко И. Б., Доценко А. Е. Технические и технологические особенности комбинированного рабочего органа // Нива Поволжья. 2015. № 3 (36). С. 89-96. EDN: VBBNSZ
3. Темиров И. Г. Результаты экспериментальных исследований двухъярусного плуга для вспашки почв из-под хлопчатника // Вестник науки и образования. 2022. № 10-1 (130). С. 26-28. DOI: 10.24411/2312-8089-2022-11004 EDN: MOIEWT
4. Гниломёдов В. Г., Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С. Комбинированный ярусный плуг // Сельский механизатор. 2014. № 10. С. 20-21. EDN: TBFTPP
5. Никифорова Е. Н. и др. Повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения // Нива Поволжья. 2018. № 4 (49). С. 83-90. EDN: YSKBZR
6. Тойгильдин А. Л. и др. Оценка эффективности обработки почвы и защиты растений на зерновых бобовых культурах в условиях лесостепной зоны Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (53). С. 68-73. DOI: 10.18286/1816-4501-2021-1-68-73 EDN: KGSXKG
7. Канаев М. А., Карпов О. В., Васильев С. А., Фатхутдинов М. Р. Теоретическое исследование взаимодействия ножевидного деформатора с почвой // Известия Самарской государственной академии. 2017. №3. С. 19-23. DOI: 10.12737/17448 EDN: ZDULBT
8. Табаков П. А., Федоров Д. И. Производственно-полевые испытания ротационного плуга с механическим приводом // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2 (42). С. 32-37. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-32-37 EDN: XREQCD
9. Ерзамаев, М. П. Повышение эффективности вспашки разработкой и применением способа ярусной обработки почвы и комбинированного плуга, 2012. EDN: QGARBT
10. Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Мустякимов Р. Н., Стрельцов С. В. Влияние основных параметров рабочих органов комбинированного плуга на качество ярусной обработки // Известия Самарской государственной академии. 2017. №3. С. 29-34. DOI: 10.12737/17450 EDN: ZDULCN
11. Акуллаева А. С. и др. Учет засоренности полей сорной растительностью // Устойчивое развитие территорий: теория и практика. 2019. С. 19-21. EDN: EKVLPА

12. Ишкина О. А., Машков С. В. Анализ способов снижения уплотнения почвы // Самара АгроВектор. 2022. Т. 2. № 1, С. 44-49. DOI: 10.55170/77962_2022_2_1_44 EDN: ZZRCBU
13. Машков С. В., Авдеев Д. А. Анализ конструкций рабочих органов для глубокой обработки почвы // Самара Агро-Вектор. 2021. № 1. С. 40-44. DOI: 10.55170/77962_2021_1_1_40 EDN: SPATPS
14. Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Артамонов Е. И., Харыбина Н. А., Егоренков В. В. Двухъярусная обработка почвы с рыхлением подпахотного горизонта // Самара АгроВектор. 2021. № 1. С. 53-58. DOI: 10.55170/77962_2021_1_1_53 EDN: AVCCHQ

References

1. Kasyanov, A.V., Ishkov, A. S., & Belousov, N. I. (2023). Analysis of the designs of the working bodies of plows. In Electric power industry today and tomorrow (pp. 223-227). (in Russ.).
2. Borisenko, I. B., & Dotsenko, A. E. (2015). Technical and technological features of the combined working body. *Niva of the Volga region*, (3 (36)), 89-96. (in Russ.).
3. Temirov, I. G. (2022). Results of experimental studies of a two-tier plow for plowing soil from under cotton. *Science and Education Bulletin*, (10-1(130)), 26-28.
4. Gnilomedov, V. G., Erzamaev, M. P., & Sazonov, D. S. (2014). Combined longline plow. *Rural machine operator*, (10), 20-21. (in Russ.).
5. Nikiforova, E. N., Rassypnova, Yu. Yu., Bekreneva, N. N., & Gurianova, N. M. (2018). Increasing the efficiency of agricultural land use. *Niva of the Volga region*, (4 (49)), 83-90. (in Russ.).
6. Toygildin, A. L., Podsevalov, M., & Mustafina, R. A. (2021). Evaluation of the efficiency of tillage and plant protection on grain legumes in the conditions of the forest-steppe zone of the Volga region. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (1 (53)), 68-73. (in Russ.).
7. Kanaev, M. A., Karpov, O. V., Vasiliev, S. A., Fathutdinov, M. R. (2017). Theoretical research of the scaffolder and soil interaction. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 19-23. (In Russ.). doi: 10.12737/17448. (in Russ.).
8. Tabakov, P. A., & Fedorov, D. I. (2018). Production and field tests of a rotary plow with a mechanical drive. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (2 (42)), 32-37. (in Russ.).
9. Erzamaev, M. P. (2012). Improving the efficiency of ploughing is achieved by developing and applying a method of longline tillage and a combined plow. (in Russ.).
10. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., Mustakimov, R. N., Streltsov, S. V. (2017). Influence of plough working bodies key parameters for the quality of tiered plowing. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 29-34. (In Russ.). doi: 10.12737/17450. (in Russ.).
11. Akmullaeva, A. S., Kanaev, A. T., Rinar, A. R., & Tleukhanova, M. K. (2019). Accounting of weed contamination of fields. In Sustainable development of territories: theory and practice (pp. 19-21). (in Russ.).
12. Ishkina, O. A. & Mashkov, S. V. (2022). Analysis of methods for reducing soil compaction. *Samara AgroVektor (Samara AgroVektor)*, 2, 1, 44-49. (in Russ.). doi: 10.55170/77962_2022_2_1_44.
13. Mashkov, S. V. & Avdeev, D. A. (2021). Analysis of constructions of working bodies for deep tillage. *Samara AgroVektor (Samara AgroVektor)*, 1, 40-44. (in Russ.). doi: 10.55170/77962_2021_1_1_40.
14. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., Artamonov, E. I., Haribina, N. A. & Egorenkov, V. V. (2021). Two-tier tillage with loosening of underground soil horizon. *Samara AgroVektor (Samara AgroVektor)*, 1, 53-58. (in Russ.). doi: 10.55170/77962_2021_1_1_53.

Информация об авторах:

М. П. Ерзамаев – кандидат технических наук, доцент;
 Д. С. Сазонов – кандидат технических наук, доцент;
 Е. И. Артамонов – кандидат технических наук, доцент;
 Н. М. Ерзамаев – студент.

Information about the authors:

M. P. Erzamaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
 D. S. Sazonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
 E. I. Artamonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
 N. M. Erzamaev – student

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.01.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
 The article was submitted 20.01.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 631.171

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-34-39

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ «КОРРЕКТОРА-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СЦЕПНОГО ВЕСА» НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ БОРОНОВАЛЬНОГО АГРЕГАТА

Сергей Васильевич Щитов¹, Зоя Фёдоровна Кривуца², Сергей Николаевич Воякин³,
Елена Сергеевна Поликутина⁴, Владимир Викторович Леонов⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия.

¹ shitov.sv1955@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2409-450X>

² zfk20091@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5345-1732>

³ vsn177@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5677-8212>

⁴ e.polikytina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9726-5176>

⁵ leonovvladimir@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2147-3815>

Резюме. Цель исследований – повышение эффективности использования тракторов с шарнирно-сочленённой рамой на бороновании за счёт регулирования нагрузки внутри машинно-тракторного агрегата (МТА). В статье описывается экспериментальная проверка работоспособности предложенного устройства «Корректор-распределитель сцепного веса» в хозяйствах, занимающихся возделыванием сельскохозяйственных культур. На сегодняшний день одной из актуальных задач, стоящих перед сельхозтоваропроизводителями Амурской области, является выдерживание агротехнологических сроков проведения посевных работ. В связи с этим необходимо учитывать природно-климатические особенности и естественно-производственные условия региона. Это объясняется тем, что подготовку почвы под посевные работы необходимо проводить одновременно с посевом ранних зерновых культур из-за невозможности провести данную работу в осенний период в связи с поздним окончанием уборки сои. Поздние сроки уборки сои (с наступлением первых заморозков), промерзание почвенного горизонта на глубину более 2,5 м, наличие снежного покрова, резкий перепад температурного режима весной, повышенная влажность верхнего слоя почвы (таяние снега и мерзлотного основания, выпадение осадков), отсутствие подготовленных с осени посевных площадей сильно влияет на сроки проведения весенних работ. В связи с выше изложенным в хозяйствах применяют безотвальный способ подготовки почвы под посев с использованием тяжёлых дисковых борон. Наличие не оттаявших участков поля снижает качество подготовки почвы из-за не выдерживания глубины обработки на них и оказывает влияние на сцепные качества энергетического средства, что требует соответствующего технического решения (установка дополнительного устройства), обеспечивающего кратковременное перераспределение нагрузки. Полученные в результате проведенных производственных исследований результаты доказали работоспособность предложенного устройства, способного перераспределять нагрузку внутри бороновального агрегата.

Ключевые слова: дисковая борона, нагрузка, ведущий мост, трактор, энергетическое средство, глубина обработки

Для цитирования: Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Воякин С. Н., Поликутина Е. С., Леонов В. В. Влияние конструктивно-технологических параметров «Корректора-распределителя сцепного веса» на распределение нагрузки бороновального агрегата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 34-39. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-34-39

Original article

INFLUENCE OF STRUCTURAL AND PROCESS PARAMETERS OF COUPLING WEIGHT CORRECTOR-DISTRIBUTOR ON BORON UNIT LOAD DISTRIBUTION

Sergey V. Shchitov¹, Zoya F. Krivutsa², Sergey N. Voyakin³, Elena S. Polikytina⁴, Vladimir V. Leonov⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia.

¹ shitov.sv1955@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2409-450X>

² zfk20091@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5345-1732>

³ vsn177@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5677-8212>

⁴ e.polikytina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9726-5176>

⁵ leonovvladimir@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2147-3815>

Abstract. The purpose of the research is to increase the efficiency of using tractors with an articulated frame for harrowing by regulating the load inside the machine tractor unit (MTA). The article describes an experimental verification of the operability of the

proposed device "Coupling weight distributor" in farms engaged in crop cultivation. To date, one of the urgent tasks facing agricultural producers in the Amur region is to meet the agrotechnological deadlines for sowing operations. In this regard, it is necessary to take into account the climatic features and natural production conditions of the region. This is due to the fact that the preparation of the soil for sowing must be carried out simultaneously with the sowing of early grain crops due to the inability to carry out this work in the autumn due to the late end of harvesting soybeans. Late harvesting of soybeans (with the onset of the first frost), freezing of the soil horizon to a depth of more than 2.5 m, the presence of snow cover, a sharp temperature drop in spring, increased humidity of the upper soil layer (melting of snow and permafrost, precipitation), the lack of cultivated areas prepared since autumn strongly affects the timing of spring work. In connection with the above, farms use a non-fallow method of preparing the soil for sowing using heavy disc harrows. The presence of areas of the field that have not thawed reduces the quality of soil preparation due to the inability to maintain the depth of processing on them and affects the coupling qualities of the energy source, which requires an appropriate technical solution (installation of an additional device) that ensures a short-term redistribution of the load. The results obtained as a result of the conducted production studies proved the operability of the proposed device capable of redistributing the load inside the harrowing unit.

Keywords: disc harrow, load, driving axle, tractor, power tool, processing depth

For citation: Shchitov, S. V., Krivutsa, Z. F., Voyakin, S. N., Polikutina, E. S. & Leonov, V. V. (2025). Influence of structural and process parameters of coupling weight corrector-distributor on boron unit load distribution. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 34-39 (in Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-34-39

В сельскохозяйственном производстве Амурской области соя является основной возделываемой культурой. Это объясняется тем, что в области благоприятные условия для её выращивания, а также имеются производственные мощности для её переработки и реализации, в том числе и зарубежным партнёрам (КНР). Вместе с тем, поздние сроки её уборки (с наступлением первых заморозков) не позволяют осенью подготовить почву под весенние посевные работы. Кроме того, из-за низких температур в зимний период времени почвенный горизонт промерзает на глубину 2,6...2,8 м. Наличие снежного покрова, резкие перепады температуры весной, выпадение осадков в виде дождя со снегом и наличие мерзлотного основания накладывают свои отпечатки на проведение ранневесенних полевых работ. Основным требованием в получении высокого урожая является выдерживание агротехнологических сроков проведения весенних работ. В связи с этим подготовку почвы под посевные работы проводят, как правило, безотвальным способом [1, 2, 3]. В то же время при подготовке почвы данным способом под посевные работы возникает ряд трудностей: наличие не оттаявших участков поля снижает качество обработки почвы из-за нарушения глубины обработки, а наличие участков поля с повышенной влажностью снижает тягово-сцепные свойства колёсных энергетических средств. В связи с этим вопрос повышения эффективности использования тракторов с шарнирно-сочленённой на бороновании в этих условиях возможно за счёт повышения его тягово-сцепных свойств путем перераспределения нагрузки между рабочими органами бороны и движителями энергетического средства. Решить обозначенные выше проблемы возможно путём установки, на трактор специально разработанных для этих условий устройств, способных регулировать нагрузку внутри агрегата по мере необходимости [4, 5].

Цель исследований – повышение эффективности использования тракторов с шарнирно-сочленённой рамой на бороновании за счёт регулирования нагрузки внутри машинно-тракторного агрегата (МТА).

Задачи исследований – провести экспериментальную проверку работоспособности предложенного устройства «Корректор-распределитель сцепного веса» в хозяйствах, занимающихся возделыванием сельскохозяйственных культур; определить влияние конструктивно-технологических параметров корректора-распределителя сцепного веса на распределение нагрузки внутри МТА.

Материал и методы исследований. Для достижения поставленной цели и задачи исследования за основу взяты методики ГОСТ 7057-2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний»; ГОСТ 30745-2001 (ИСО 789-9-90) «Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей», ГОСТ 30750-2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Определение положения центра тяжести», ГОСТ 7057-2001. «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний», ГОСТ Р 54784-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров», ГОСТ 26244-84 «Обработка почвы предпосевная. Требования к качеству и методы определения» [6, 7, 8, 9, 10, 11]. В качестве объекта исследований был взят МТА (К-700А + БДТ-7 + корректор-распределитель сцепного веса), представленный на рисунке 1.



Рис. 1. Полевые исследования

При исследованиях измеряли следующие величины: усилие в гибкой тросовой части с помощью крановых весов ВК-5000; при определении нагрузки, приходящейся на рабочие органы бороны и опорные поверхности (ведущие мосты) трактора использовали весы платформенные электронные МВСК (В); угол наклона навески измеряли инклинометром Absolute Digital Protractor; длину выхода штока гидроцилиндра определяли с помощью измерительной линейки. Перераспределение нагрузки осуществлялось за счёт тросовой связи, соединённой посредством установочных кронштейнов, балки с опорными и двойными блок-роликами, установленными на раме бороны и тракторе. Более подробно устройство и принцип действия корректора-распределителя описаны в работах [12, 13].

Результаты исследований. Предлагаемый корректор-распределитель сцепного веса [14] может регулировать изменение нагрузки за счёт её перераспределения на рабочие органы бороны или на ведущие мосты трактора. Передача нагрузки осуществляется за счёт изменения нагрузки в гибкой тросовой части двумя способами: изменением длины выхода штока гидроцилиндра и увеличением угла наклона навески трактора. Рассмотрим более подробно изменение нагрузки, приходящейся на рабочие органы и ведущие мосты от длины выхода штока гидроцилиндра. Результаты исследований при передаче нагрузки с трактора на рабочие органы бороны проведены в статическом режиме и представлены в таблице.

Таблица

Распределение нагрузки внутри МТА
при ее передаче с трактора на борону от изменения длины выхода штока гидроцилиндра

Измеряемые величины	Положение навески			
	промежуточное положение (устройство выключено)	рабочее положение	промежуточное положение	макс. загружена
Длина выхода штока гидроцилиндра навески, м	0,24	0,33	0,38	0,43
Нагрузка на переднюю ось трактора, Н	78901	77163	76896	76415
Нагрузка на заднюю ось трактора, Н	40703	40227	39954	39704
Нагрузка на борону, Н	30502	32081	32802	33545
Нагрузка в гибкой связи устройства, Н	201	1235	1620	2015

Проанализировав данные, приведённые в таблице 1, можно отметить, что при изменении длины выхода штока от 0,33 м до 0,43 м нагрузка на рабочие органы бороны возросла с 32081 Н до 33545 Н, при этом нагрузка на ведущие мосты энергетического средства снизилась.

Результаты исследований при передаче нагрузки с бороны на ведущие мосты трактора представлены на рисунках 2 и 3.

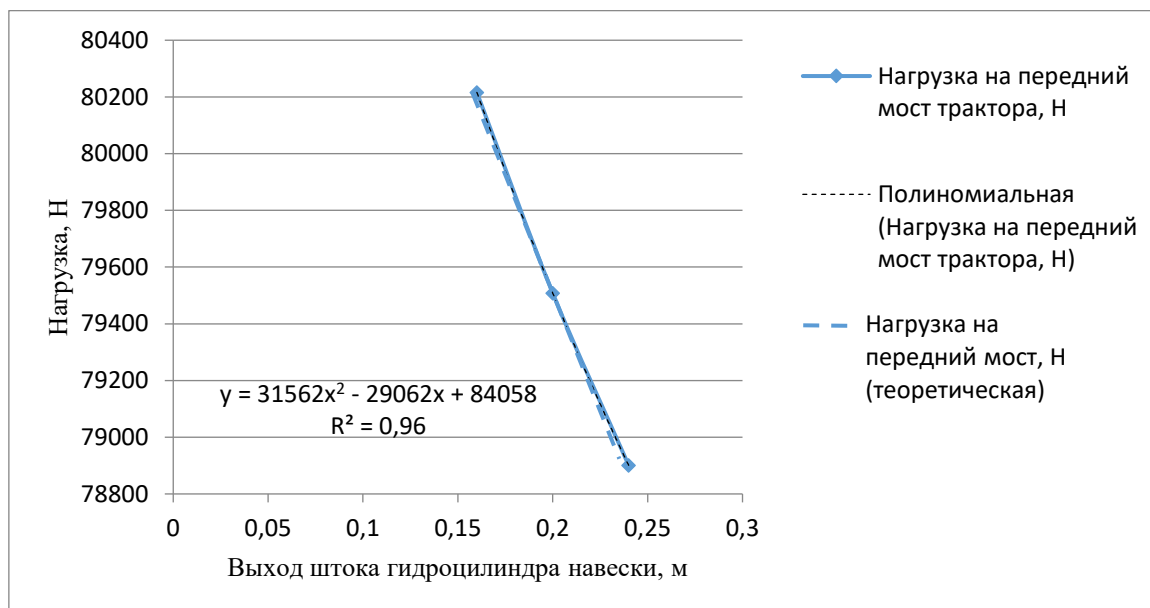


Рис. 2. Зависимость нагрузки на передний мост трактора от выхода штока гидроцилиндра навески (при передаче нагрузки с бороны на трактор)

На основании проведенных исследований (рис. 2) установлено, что при изменении длины штока гидроцилиндра меняется и нагрузка на передний мост трактора. Так, при длине штока 0,24 м нагрузка на передний мост трактора составила 78901 Н. По мере уменьшения длины выхода штока гидроцилиндра (втягивание) до 0,16 м нагрузка на передний мост трактора возросла до 80216 Н за счёт передачи частичной нагрузки с бороны.

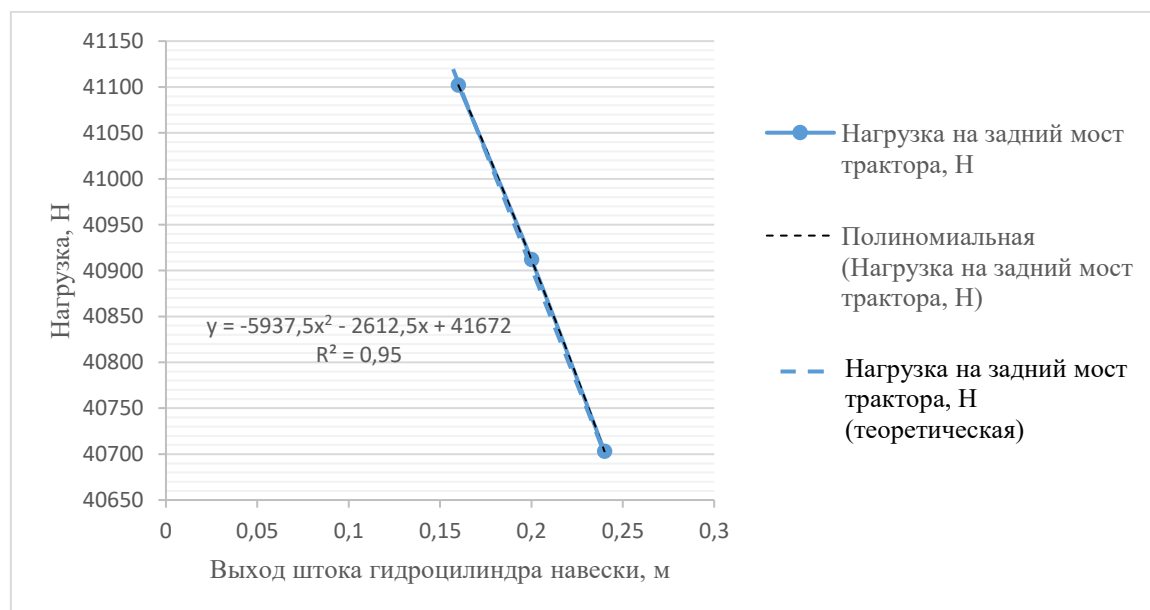


Рис. 3. Зависимость нагрузки на задний мост трактора от выхода штока гидроцилиндра (при передаче нагрузки с бороны на трактор)

Анализируя данные, приведенные на рисунке 3, необходимо отметить, что при изменении длины штока гидроцилиндра нагрузка на задний ведущий мост также увеличивается с 40703 Н при длине штока 0,24 м до 41102 Н при уменьшении длины штока до 0,16 м.

Заключение. На основании проведенных исследований по определению влияния угла наклона навески на перераспределение нагрузки в МТА установлено:

– при изменении угла наклона навески от -10 градусов до 30,8 градусов нагрузка на рабочие органы бороны увеличилась соответственно с 30498 Н до 32764 Н (произошла передача нагрузки с ведущих мостов трактора на борону);

– при изменении угла наклона навески от -10 градусов до -40 градусов нагрузка на передний мост увеличивается с 79012 Н до 80336 Н за счет передачи нагрузки с бороны на трактор;

– при изменении угла наклона навески от -10 градусов до -40 градусов нагрузка на задний ведущий мост трактора увеличивается от 40651 Н до 41198 Н (происходит передача нагрузки с бороны на трактор). На основании полученных данных установлено, что увеличение сцепного веса (передача частичной нагрузки с бороны) повышает его тягово-сцепные свойства, производительность МТА и как следствие эффективность использования.

Список источников

1. Слепенков А.Е., Кузнецова О.А., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Повышение эффективности использования колесного пропашного трактора при бороновании // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3(83). С. 206-210. EDN: JMKKBC
2. Слепенков А.Е., Леонов В.В., Митрохина О.П., Кидяева Н.П., Щитов С.В., Кузнецов Е.Е. Результаты исследований по использованию колесного трактора и модернизированной дисковой бороны // Технический сервис машин. 2022. № 1 (146). С. 39-45. DOI: 10.22314/2618-8287-2022-60-1-39-45 EDN: RRUNZK
3. Slepencov A.E., Polikutina E.S., Shchitov S.V., et al. Increasing the efficiency of use of wheeled harrow units in regions of risk farming // В сборнике: Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021). E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference. 2021. С. 01003. DOI: 10.1051/e3sconf/202126201003 EDN: AAFVMK
4. Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С. Результаты экспериментальных исследований по определению влияния устройства для перераспределения сцепного веса на тяговые свойства и ходовую систему колесного трактора // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 10, С.95-98. EDN: UMKOJJ
5. Surin R., Sokolov M., Loskutova E. et al. Application of multi-criteria in the selection of running systems for regional use of tractors in agriculture // E3S Web of Conferences. Volume 381, 01032 (2023), International Scientific and Practical Conference «Development and Modern Problems of Aquaculture» (AQUACULTURE 2022). 1,72M6 DOI: 10.1051/e3sconf/202338101032 EDN: AKPDOD
6. ГОСТ 20915-2011. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. М. : ИПК Издательство стандартов, 2013. 27 с.
7. ГОСТ 30745-2001 (ИСО 789-9-90) Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 15 с.
8. ГОСТ 30750-2001 Тракторы сельскохозяйственные. Определение положения центра тяжести. М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. 9 с.
9. ГОСТ 7057-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний. М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. 11 с.
10. ГОСТ Р 54784-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров. М. : ИПК Издательство стандартов, 2012. 23 с.
11. ГОСТ 26244-84 Обработка почвы предпосевная. Требования к качеству и методы определения. М. : Издательство стандартов, 1986. 7 с.
12. Us S., Burmaga A., Shchitov S.V. et al. Investigation of the motion parameters of technological complexes using a quaternion data fixation apparatus // E3S Web of Conferences. International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2023, 2023. С. 03002. DOI: 10.1051/e3sconf/202340203002 EDN: MKOHKD
13. Поликутина Е.С., Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Школьников П.Н., Ермаков Д.В. Повышение производительности прицепных агрегатов почвообрабатывающих машин // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 3(51). С.71- 77. EDN: YPCPOU
14. Пат. № 2782360 Российская Федерация. Корректор-распределитель сцепного веса бороновального машинно-тракторного агрегата / Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Леонов В.В., Кушнарёв А.Н.; заявл. 22.02.2022; опубл. 26. 10.2022. EDN: ILXPJJ

References

1. Slepencov, A. E., Kuznetsova, O. A., et al. (2020). Improving the use of a wheeled row-crop tractor for harrowing. *Izvestia of the Orenburg State Agrarian University*, 3(83), FROM 206-210. (In Russ.).
2. Slepencov, A. E., Leonov, V. V., et al. (2022). Studying of the use of a wheeled tractor and the upgraded disc harrow. *Machinery technical service*, 1 (146): 39-45. (In Russ.). DOI: 10.22314/2618-8287-2022-60-1-39-45
3. Slepencov, A. E., Polikutina, E.S., et al. (2021). Increasing the efficiency of use of wheeled harrow units in regions of risk farming. *Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems (ITEEA 2021). E3S Web of Conferences 1st International Scientific and Practical Conference*, C. 01003. doi: 10.1051/e3sconf/202126201003. (In Russ.).
4. Shchitov, S.V., Kuznetsov, E.E., et al. (2015). The results of experimental studies to determine the effect of the device for the redistribution of coupling weight on the traction properties and running system of a wheeled tractor. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. VOL. 29. №10. P. 95-98.

5. Surin, R., Sokolov, M., Loskutova, E. et al. (2023). Application of multi-criteria in the selection of running systems for regional use of tractors in agriculture. *E3S Web of Conferences. Volume 381, 01032. International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022)*, 1,72M6 DOI: 10.1051/e3sconf/202338101032
6. GOST 20915-2011. Agricultural machinery. Methods for determining test conditions. M.: IPK Publishing House of Standards.
7. GOST 30745-2001 (ISO 789-9-90) Agricultural tractors. Determination of traction indicators. M.: IPK Publishing House of Standards.
8. GOST 30750-2001 Agricultural tractors. Specifies the position of the center of gravity. M.: IPK Publishing House of Standards.
9. GOST 7057-2001. Agricultural tractors. Test methods. M.: IPK Publishing House of Standards.
10. GOST R 54784-2011 Tests of agricultural machinery. Methods for estimating technical parameters. M.: IPK Publishing House of Standards.
11. GOST 26244-84 Pre-sowing soil treatment. Quality requirements and determination methods. M.: Standards Publishing House.
12. Us, S., Burmaga, A., Shchitov, S. V. et al. (2023). Investigation of the motion parameters of technological complexes using a quaternion data fixation apparatus. *E3S Web of Conferences. International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2023*, С. 03002.
13. Polikutina, E. S., Shchitov, S. V., et al. (2024). Increasing the productivity of trailed units of tillage machines. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 3(51), 71-77.
14. Kuznetsov, E. E., Shchitov, S. V., Leonov, V. V. & Kushnaryov, A. N. Corrector-distributor of the coupling weight of the harrowing machine-tractor unit. Patent 2782360 Russian Federation (In Russ.).

Информация об авторах:

С. В. Щитов – доктор технических наук, профессор;
З. Ф. Кривуца – доктор технических наук, профессор;
С. Н. Воякин – доктор технических наук, доцент;
Е. С. Поликутина – кандидат технических наук, доцент;
В. В. Леонов – аспирант.

Information about the authors:

S. V. Shchitov – Doctor of Technical Sciences, Professor;
Z. F. Krivutsa – Doctor of Technical Sciences, Professor;
S. N. Voyakin – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;
E. S. Polikutina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
V. V. Leonov – graduate student.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.01.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 20.01.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 636.4.085.2

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-40-46

**ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОРМА
НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ У МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ****Наталья Александровна Злепкина^{1✉}, Виктор Васильевич Саломатин²,****Виктор Александрович Злепкин³, Александр Тихонович Варакин⁴**^{1, 2, 3, 4} Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия¹zlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0182-8435>²viktor.salomatin@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6663-1663>³vzlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0804-7634>⁴varakinat58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>

Резюме. Цель исследований – улучшение обмена веществ в организме молодняка свиней под действием кормовых добавок Тетра+ и Глималаск, вводимых в состав рациона в период откорма животных. Биологическая ценность рационов оказывает влияние на уровень обмена веществ и продуктивные качества, что важно учитывать при ведении современного животноводства. Научно-хозяйственный опыт был проведён на 3 группах молодняка свиней при откорме. В опыте использовали свиней крупной белой породы. В главном периоде опыта молодняку группы контроля задавали основной рацион (ОР), состоящий в 1-й период откорма - из СК-6 и во 2-й период - из СК-7. Животным 1 группы опыта дополнительно к ОР скармливали Тетра+ в количестве 40 г на 1 кг корма, 2 группы опыта дополнительно к ОР - Глималаск в дозе 40 мг на 1 кг корма. На фоне научно-хозяйственного опыта выполнили исследования по изучению у свиней баланса в организме азота и минеральных элементов: кальция и фосфора. Исследованиями установлено, что у животных всех групп баланс азота, кальция и фосфора был положительным. Однако молодняк 1 и 2 групп опыта, сравнительно с контролем, имел отложение в теле азота больше, соответственно - на 11,8 и 9,6 %; кальция - 3,9 и 1,9 %; фосфора – 17,4 и 1,4 %. Более высокий уровень обмена веществ у свиней опытных групп благоприятно повлиял на продуктивные качества. Молодняк 1 и 2 групп опыта имел более высокую энергию роста, а также показатели убойного выхода, соответственно – на 2,1 и 1,7 %, массы мяса – на 11,35 и 6,35 %. Лучший результат по исследуемым показателям у свиней был установлен при использовании Тетра+ в дополнение к основному рациону.

Ключевые слова: откорм свиней, Тетра+, Глималаск, обмен веществ

Для цитирования: Злепкина Н. А., Саломатин В. В., Злепкин В. А., Варакин А. Т. Влияние биологически активных компонентов корма на обмен веществ у молодняка свиней // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т 10, № 1. С. 40-46. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-40-46

Original article

INFLUENCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE FEED COMPONENTS ON METABOLISM IN YOUNG PIGS**Natalia A. Zlepkin^{1✉}, Viktor V. Salomatin², Viktor A. Zlepkin³, Alexander T. Varakin⁴**^{1, 2, 3, 4} Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia¹zlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0182-8435>²viktor.salomatin@internet.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6663-1663>³vzlepkin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0804-7634>⁴varakinat58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0375-7108>

Abstract. The purpose of the research – improvement of metabolism in the body of young pigs under the influence of feed additives Tetra+ and Glimalask, introduced into the diet during the fattening period of animals. The biological value of diets affects the level of metabolism and productive qualities, which is important to consider when conducting modern livestock farming. A scientific and economic experiment was carried out on 3 groups of young pigs during fattening. Large white breed pigs were used in the experiment. In the main period of the experiment, the young animals of the control group were given the basic diet (BR), consisting in the 1st period of fattening - from SK-6 and in the 2nd period - from SK-7. Animals of the 1st experimental group were fed Tetra+ in addition to OP in the amount of 40 g per 1 kg of feed, 2 experimental groups in addition to the OP - Glimalask at a dose of 40 mg per 1 kg of feed. Against the background of scientific and economic experience, studies were carried out to study the balance in the body of nitrogen and mineral elements: calcium and phosphorus in pigs. Research has established that in animals of all groups the balance of nitrogen, calcium and phosphorus was positive. However, young animals of the 1st and 2nd experimental groups, compared with the control, had more nitrogen deposits in the body, respectively - by 11.8 and 9.6%; calcium - 3.9 and 1.9%; phosphorus - 17.4 and 1.4%. A higher level of metabolism in pigs of the experimental groups had a beneficial effect on productive qualities. Young animals of

experimental groups 1 and 2 had higher growth energy, as well as slaughter yield indicators, respectively - by 2.1 and 1.7%, meat weight - by 11.35 and 6.35%. The best results for the studied parameters in pigs were found when Tetra+ was used in addition to the main diet.

Keywords: pig fattening, Tetra+, Glimalask, metabolism

For citation: Zlepkina, N. A., Salomatin, V. V., Zlepkin, V. A. & Varakin A.T. (2025). Influence of biologically active feed components on metabolism in young pigs. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. 10, 1, 40-46. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-40-46

Улучшение качественного состава рационов находит положительное отражение на физиологическом состоянии животных [1, 5, 18], функции размножения [6, 16, 17] и показателях их продуктивных качеств [2-4, 10-15].

Сотрудниками ФГБНУ «Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции» разработана кормовая добавка Глималаск, включающая комбинацию её составляющих органических кислот, а именно: глицин, яблочную и аскорбиновую кислоты. Эта добавка рекомендована для введения в состав рационов крупному рогатому скоту, свиньям и птице. Её использование способствует улучшению обмена веществ в организме и процесса пищеварения.

Кормовой добавке Тетра+ свойственно полифункциональное назначение. Она разработана сотрудниками Краснодарского НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Её применение способствует профилактике микотоксикозов, повышению продуктивности в животноводстве и качества производимой продукции. Её состав включает широкий комплекс биологически активных веществ: бета-каротин, диацетофенонилселенид, витамин Е, витамин С и растительные фосфолипиды, растворенные в растительном масле [7].

Вместе с этим представляют научный и практический интерес исследовательские работы, по результатам которых установлено повышение уровня обмена веществ у ремонтных свинок под влиянием использования в кормлении биологически активных компонентов [8, 9].

Поэтому было актуальным и остаётся им в настоящее время - повышение биологической ценности кормления свиней за счёт введения в рационы выше названных кормовых добавок, разработанных научно-исследовательскими учреждениями для целей животноводства.

Цель исследований – улучшение обмена веществ в организме молодняка свиней под действием кормовых добавок Тетра+ и Глималаск, вводимых в состав рациона в период откорма животных.

Задачи исследований – изучить баланс и усвоение азота, минеральных элементов: кальция и фосфора, у молодняка свиней при откорме; выявить показатели их продуктивности.

Материал и методы исследований. Исследование было выполнено на базе племзавода им. Ленина Суrowsикинского района Волгоградской области. Объектом исследования служил молодняк свиней крупной белой породы.

Для научно-хозяйственного опыта по методу аналогов подобрали три группы молодняка свиней возрастом 100 дней. При этом сформировали следующие группы: контрольную, 1 и 2 опытные. В каждую группу было поставлено по 20 свиней. При постановке животные имели следующую живую массу: в контроле - 31,2 кг, а в 1 и 2 группах опыта, соответственно - 31,1 и 31,2 кг.

Продолжительность опыта составила 130 дней, в том числе подготовительный период - 10, переходный - 5 и главный - 115 дней.

Молодняк на опыте содержали в одном корпусе, отдельно по группам, безвыгульно, в станках. Параметры микроклимата в животноводческом помещении регулировались приточно-вытяжной вентиляцией. Свиньи получали комбикорм два раза в сутки, с подачей его в виде влажных мешанок. Доступ животных к воде был свободным.

В первый период откорма свиньям скармливали - СК-6, во второй период - СК-7. Комбикорма включали пшеницу, ячмень, кукурузу, отруби пшеничные, шроты - подсолнечный и соевый, мясокостную муку, горох, жировые и минеральные добавки, минерально-витаминный премикс.

В главный период молодняку в контроле задавали основной рацион (ОР), состоящий из СК-6 и СК-7. Дополнительно к этому животные 1 опытной группы получали Тетра + из - 40 г/кг корма, а 2 опытной - Глималаск из расчёта - 40 мг/кг корма.

На фоне научно-хозяйственного опыта также были проведены исследования по изучению обмена азота, кальция и фосфора в организме свиней.

Результаты исследований. Следует отметить, что в органическую часть корма включает азот, используемый при построении мышечной ткани животного.

Поэтому является весьма важным проведение работ, связанных с исследованием баланса азота и его использования подопытными свиньями.

Экспериментальные данные по балансу азота из потреблённого корма в организме молодняка свиней сравниваемых групп показаны на рисунке 1.

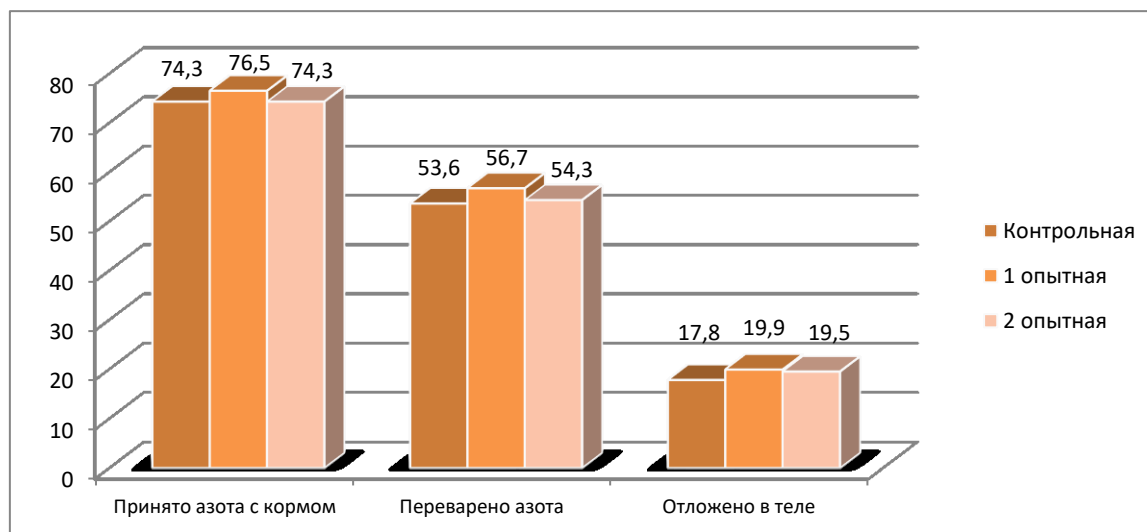


Рис. 1. Показатели по балансу азота у свиней, г (n=3)

Так (рис. 1), животные группы контроля и 2 группы опыта потребили одинаковое количество азота с рационом - 74,3 г, что меньше, сравнительно с 1 группой опыта, - на 2,2 (3,0 %).

Следует отметить, что выделение азота с калом из организма свиней контрольной группы (20,7 г) превышало такой показатель у молодняка 1 группы опыта - на 0,9 г или 4,3 % при $P<0,01$ и 2 группы - на 0,7 г или 3,4 % ($P<0,05$).

С учётом большого значения переваримости азота в организме животных были выполнены исследования по изучению такого показателя в настоящей работе. Величину переваримости азота у свиней изучали по разнице между потреблённым с комбикормом количеством азота и его выделением из организма с калом.

Полученные результаты такого исследования (рисунок 1) свидетельствуют о том, что молодняк 1 группы опыта имел величину переваренного азота больше на 3,1 или 5,8 % ($P<0,01$) и 2 группы опыта - на 0,7 г или 1,3 % ($P<0,05$), чем в контроле - 53,6 г. Также установлено, что разница по данному показателю между опытными группами составила - 2,4 г или 4,4 %, с достоверным преимуществом в пользу животных 1 группы и значением уровня вероятности: $P<0,01$.

Азот, выведенный из организма свиней с мочой, определяли от поступившего его количества с комбикормом. Сравнительно с другими группами свиней, большее количество азота было выделено с мочой молодняком 1 группы опыта. При этом группа контроля имела этот показатель равным - 35,8 г, что меньше, чем у животных 1 группы опыта - на 1,0 г или 2,8 % ($P<0,01$). Однако самое меньшее количество азота было выделено с мочой молодняком 2 группы опыта. Данный показатель у животных этой группы, сравнительно с группой контроля, был меньше - на 1,0 г или 2,8 % ($P<0,05$).

Весьма важным является исследование по определению баланса азота в организме свиней, который был выявлен положительным в сравниваемых группах. Так (рис. 1), животные 1 и 2 групп опыта, использовавшие кормовые добавки, имели в теле отложение азота в среднем больше, чем в группе контроля (17,8 г), соответственно на 2,1 или 11,8 % ($P<0,01$) и 1,7 г или 9,6 % ($P<0,01$).

Исследование по определению баланса азота у животных сопровождается данными изучения его усвоения от принятого с кормом. Так, величина использования азота от принятого с рационом у молодняка в группе контроля - 24,0 % уступала 1 группе опыта - на 2,0 ($P<0,01$) и 2 группе - на 2,3 % ($P<0,01$).

В исследованиях по балансу азота в организме свиней предусматривают изучение его усвоения от переваренного количества. При этом у животных группы контроля величина использования азота от переваренного - 33,2 % была ниже, чем в 1 группе опыта - на 1,9 ($P<0,05$) и во 2 группе - на 2,7 % ($P<0,05$).

Следовательно, лучшее использование азота из рационов установлено у свиней, в корм которым дополнительно были включены испытываемые биологически активные компоненты.

Для нормального роста и развития молодняку животных требуется достаточное поступление с кормом жизненно необходимых макроэлементов: кальция и фосфора, так как им отведена очень важная роль в обмене веществ в организме.

Результаты исследования баланса кальция и его усвоения у свиней по сравниваемым группам показаны на рисунке 2.

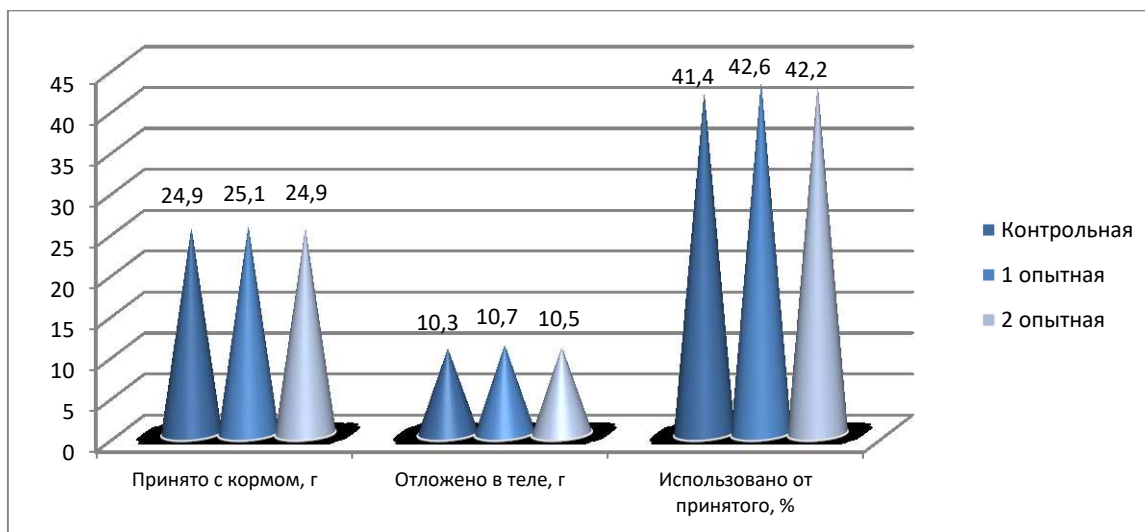


Рис. 2. Баланс и использование кальция в организме свиней (n=3)

Так (рис. 2), животные группы контроля и 2 группы опыта потребили одинаковое количество кальция с рационом - 24,9 г, что меньше, сравнительно с 1 группой опыта, - на 0,2 г или 0,8 %.

Следует отметить, что больше кальция выделилось с калом из организма свиней группы контроля, сравнительно с 1 и 2 группами опыта, соответственно - на 0,2 или 1,4 % и 0,1 г или 0,7 %. Через почки одинаковое количество кальция выведено у молодняка в контроле и 1 группы опыта - 0,4 г, что больше, чем во 2 группе, с разницей - 0,1 г (25,0 %).

По результатам исследования баланс кальция в организме свиней был положительным и с преимуществом 1 и 2 групп опыта, сравнительно с группой контроля. Так (рисунок 2), контрольный молодняк в среднем имел в теле отложение кальция - 10,3 г, а в 1 группе опыта больше - на 0,4 г или 3,9 % и во 2 группе - на 0,2 г или 1,9 %.

Характеризуя использование кальция от принятого количества с рационом, следует отметить выявленное преимущество свиней 1 и 2 групп опыта. Их превосходство, сравнительно с животными группы контроля, составило - 1,2 и 0,8 % соответственно.

Данные исследования баланса фосфора и его усвоения у свиней по сравниваемым группам показаны на рисунке 3.

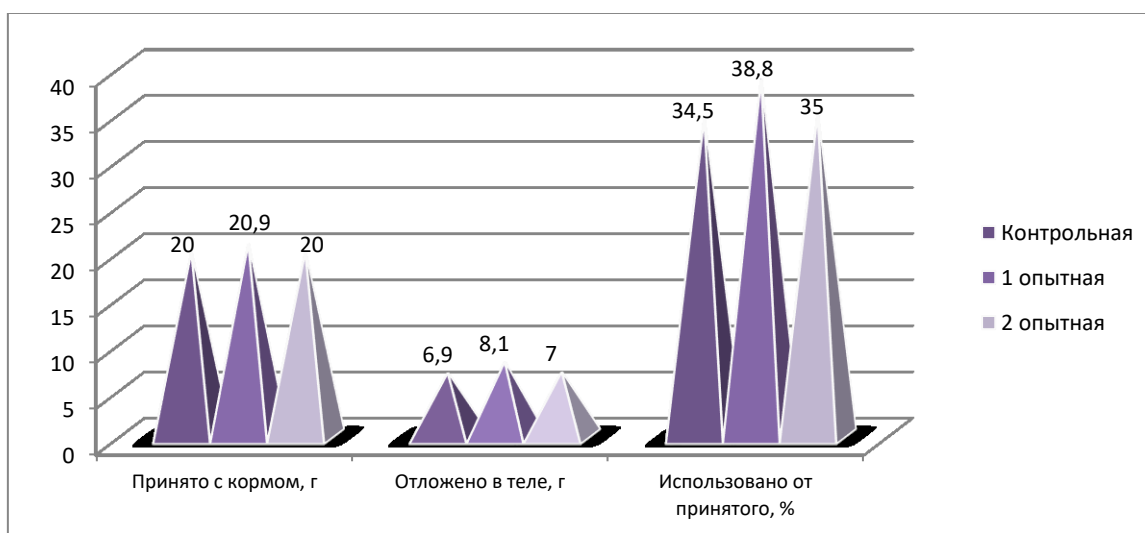


Рис. 3. Баланс и использование фосфора в организме свиней (n=3)

Так, животные группы контроля и 2 группы опыта имели одинаковое потребление фосфора с рационом - 20,0 г, что меньше, в сравнении с 1 группой опыта, - на 0,9 г или 4,5 % (рис. 3).

Следует также отметить, выявленное равное количество выделения фосфора с калом из организма свиней в контроле и 1 группы опыта - 12,7 г, что больше, чем во 2 группе опыта - на 0,2 г или 1,6 %. Через почки большее количество фосфора выведено у молодняка группы контроля - 0,4 г, сравнительно с 1 и 2 группами опыта - на 0,1 г (25,0 %).

Баланс фосфора у свиней был положительным, а его отложение в группе контроля составило - 6,9 г, а в 1 и 2 группах опыта установлено преимущество, соответственно - на 1,2 или 17,4 % ($P < 0,01$) и 0,1 г или 1,4 %.

Использование фосфора молодняком от принятого с рационом в группе контроля - 34,5 % было ниже, чем в 1 группе опыта - на 4,3 % ($P < 0,05$) и во 2 группе - на 0,5 %.

Особенности результатов показателей, характеризующих энергию роста и мясные качества свиней, свидетельствовали о том, что использование в составе рационов испытуемых биологически активных компонентов целесообразно. Так, молодняк 1 и 2 групп опыта имел более высокий средний суточный прирост живой массы, а также убойный выход, соответственно – на 2,1 и 1,7 %, массу мяса – на 11,35 и 6,35 %, чем в группе контроля.

Заключение. Таким образом, сравнительно с группой контроля, использование в рационах Тетра+ в количестве 40 г/кг комбикорма и Глималаск - 40 мг/кг комбикорма позволяет улучшить показатели обмена азота и минеральных элементов: кальция и фосфора, в организме молодняка свиней на откорме, что положительно отразилось на их продуктивных качествах. Исследованиями также установлено, что включение молодняка в состав рациона Тетра+ наиболее целесообразно.

Список источников

1. Петухова Е. И., Баймишев М. Х., Топурия Л. Ю., Баймишев Х. Б. Биохимические показатели крови и молочная продуктивность коров при включении в структуру рациона кормовой добавки Оптиген // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 67-73. DOI: 10.55170/19973225_2023_8_2_67 EDN: JYAABR
2. Варакин А. Т., Саломатин В. В., Кулик Д. К., Ряднов А. А., Злепкин Д. А., Ряднова Т. А. Повышение воспроизводительной функции у свиней при использовании биологически активных добавок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53). С. 172-177. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-22 EDN: YTRMCG
3. Миронов Н. А., Карамаев С. В., Карамаева А. С. Особенности влияния сенажа с биоконсервантом «ГринГрас 3×3» на продуктивные качества коров в зависимости от их упитанности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 78-84. DOI: 10.55170/19973225_2023_8_1_78 EDN: SRPBIO
4. Варакин А. Т., Ряднов А. А., Степурина М. А., Ицкович А. Ю., Корнилова В. А., Воронцова Е. С. Влияние новой кормовой добавки на продуктивность и физиологические показатели молочных коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 222-231. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-22 EDN: FZMAZG
5. Симонов Г. А., Степурина М. А., Варакин А. Т., Саломатин В. В., Зотеев В. С. Влияние минеральной добавки на уровень общего белка и его фракций в сыворотке крови коров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1. С. 73-79. DOI: 10.55471/19973225_2022_7_1_73 EDN: CMRJQX
6. Петухова Е. И., Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б. Восстановление функции размножения коров и кормовая добавка Оптиген // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 32-39. DOI: 10.55170/19973225_2023_8_1_32 EDN: WLUNTE
7. Казарян Р. В., Фабрицкая А. А., Мирошниченко П. В. Влияние полифункциональной кормовой добавки «Тетра+» на улучшение прижизненного состояния здоровья кур и их продуктивность // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 3. С. 100-103. EDN: UJJYZC
8. Варакин А. Т., Ховатов Н. Э., Гайирбегов Д. Ш., Симонов Г. А. Влияние кормовой добавки "Крезацин" на обмен веществ у ремонтных свинок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 332-338. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-01-35 EDN: JOYFEJ
9. Рассолов С. Н., Еранов А. М. Баланс азота, кальция и фосфора в рационе ремонтных свинок при скормливания препаратов селена и йода в комплексе с пробиотиком // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 10 (84). С. 54-56. EDN: OHIYXD
10. Хакимов И. Н., Мударисов Р. М. Откормочные качества бычков при скормливания силоса, консервированного бактериальной закваской // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 1 (37). С. 133-138. EDN: TOMQYJ
11. Дуборезов В. Кормление молочных коров по детализированным нормам // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 4. С. 52-55. DOI: 10.33943/MMS.2020.19.15.009 EDN: ZHFBNW
12. Коробов А. П., Васильев А. А. Эффективность использования стартерного комбикорма в кормлении поросят-сосунков // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. № 3. С. 43. EDN: WIHAFH
13. Карамаева А. С., Карамаев С. В., Соболева Н. В. Влияние сенажа с биологическими консервантами на качество молока и сыра // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 84-89. EDN: YZMYYP

14. Зотеев В., Симонов Г., Симонов А. БВМК с цеолитовым туфом в рационе бычков // Комбикорма. 2013. № 8. С. 49-50. EDN: QNULWH
15. Симонов Г. Интенсивное выращивание высокопродуктивных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 2. С. 29-30. EDN: ZXRMGV
16. Batanov S.D., Perevozchikov A.L., Novikova L.A. Application of vitamin-mineral supplement in intensive use of boars and its effect on reproductive qualities // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2020. Vol. 26. Iss. 2. P. 471-474. EDN: OHAGDS
17. Perevozchikov A. L., Batanov S. D., Atnabaeva N. A. The use of vitamin-mineral preparation in the feeding of sows for reproduction level // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2017. Vol. 23. Iss. 2. P. 298-303. EDN: YHIXED
18. Varakin A. T., Kulik D. K., Salomatin V. V., Zoteev V. S., Simonov G. A. Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a diet // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. Vol. 9. Iss. 1. P. 3837-3841. DOI: 10.35940/ijitee.A4884.119119 EDN: AKZQYE

References

1. Petukhova, E. I., Baimishev, M. Kh., Topuria, L. Yu. & Baimishev, Kh. B. (2023). Biochemical parameters of blood and milk productivity of cows included in the structure of the diet of the food additive Optigen. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 67–73 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_2_67.
2. Varakin, A. T., Salomatin, V. V., Kulik, D. K., Ryadnov, A. A., Zlepkin, D. A. & Ryadnova, T. A. (2019). Increasing reproductive function in pigs when using biologically active additives. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa : nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex : science and higher vocational education)*, (53) 1, 172-177 (in Russ.). doi:10.32786/2071-9485-2019-01-22.
3. Mironov, N. A., Karamaev, S. V. & Karamaeva, A. S. (2023). Features of the effect of haylage with the bioconservant «Green-Grass 3×3» on the productive qualities of cows depending on their fatness. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 78–84 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_78.
4. Varakin, A. T., Ryadnov, A. A., Stepurina, M. A., Itskovich, A. Yu., Kornilova, V. A. & Vorontsova, E. S. (2021). The effect of a new feed additive on the productivity and physiological parameters of dairy cows. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa : nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex : science and higher vocational education)*, (61) 1, 222-231 (in Russ.). doi:10.32786/2071-9485-2021-01-22.
5. Simonov, G. A., Stepurina, M. A., Varakin, A. T., Salomatin, V. V. & Zoteev, V. S. (2022). Influence of a mineral supplement on the level of total protein and its fractions in the blood serum of cows. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy selskokhoziaistvennoy akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 73–79 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_1_73.
6. Petukhova, E. I., Baimishev, M. H. & Baimishev, Kh. B. (2023). Restoration of the breeding function of cows and feed additive Optigen. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 32–39 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_32
7. Kazaryan, R. V., Fabritskaya, A. A. & Miroshnichenko, P. V. (2015). The influence of the multifunctional feed additive «Tetra+» on improving the lifetime health of chickens and their productivity. *Vestnik APK Stavropol'skogo kraia (Bulletin of the agrarian and industrial complex of Stavropol region)*, 3, 100-103 (in Russ.).
8. Varakin, A. T., Khovатов, N. E., Gayirbegov, D. Sh. & Simonov, G. A. (2023). The effect of the feed additive «Krezacin» on metabolism in repair pigs. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa : nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex : science and higher vocational education)*, (69) 1, 332-338 (in Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2023-01-35.
9. Rassolov, S. N. & Eranov, A. M. (2011). Balance of nitrogen, calcium and phosphorus in the diet of replacement gilts when feeding selenium and iodine preparations in combination with a probiotic. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of the Altai State Agrarian University)*, (84) 10, 54-56 (in Russ.).
10. Khakimov, I. N. & Mudarisov, R. M. (2015). Fattening qualities of bull calves when feeding silage preserved with bacterial starter. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa : nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye (Proceedings of Ninevolzskiy agrouniversity complex : science and higher vocational education)*, (37) 1, 133-138 (in Russ.).
11. Duborezov, V. (2020). Feeding dairy cows according to detailed standards. *Molochnoye i myasnoye skotovodstvo (Dairy and beef cattle breeding)*, 4, 52-55 (in Russ.).
12. Korobov, A. P. & Vasiliev, A. A. (2001). Efficiency of using starter feed in feeding suckling piglets. *Doklady Rossiyskoy akademii selskokhoziaistvennykh nauk (Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences)*, 3, 43 (in Russ.).
13. Karamaeva, A. S., Karamaev, S. V. & Soboleva, N. V. (2019). The influence of haylage with biological preservatives on the quality of milk and cheese. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 84-89 (in Russ.).
14. Zoteev, V., Simonov, G. & Simonov, A. (2013). BVMK with zeolite tuff in the diet of bulls. *Kombikorma (Compound feed)*, 8, 49-50 (in Russ.).
15. Simonov, G. (2005). Intensive rearing of highly productive cows. *Molochnoye i myasnoye skotovodstvo (Dairy and beef cattle breeding)*, 2, 29-30 (in Russ.).

16. Batanov, S.D., Perevozchikov, A.L. & Novikova, L.A. (2020). Application of vitamin-mineral supplement in intensive use of boars and its effect on reproductive qualities. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 26 (2), 471-474.

17. Perevozchikov, A. L., Batanov, S. D. & Atnabaeva, N. A. (2017). The use of vitamin-mineral preparation in the feeding of sows for reproduction level. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 23 (2), 298-303.

18. Varakin, A. T., Kulik, D. K., Salomatin, V. V., Zoteev, V. S. & Simonov, G. A. (2019). Hematological parameters of boars-producers at use of a natural mineral additive in a diet. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9 (1), 3837-3841.

Информация об авторах:

Н. А. Злепкина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

В. В. Саломатин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

В. А. Злепкин – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;

А. Т. Варакин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

N. A. Zlepkina – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor;

V. V. Salomatin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

V. A. Zlepkin – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor;

A. T. Varakin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.12.2024; одобрена после рецензирования 20.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.

The article was submitted 17.12.2024; approved after reviewing 20.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 619:616.33-002:614:636.028

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-47-53

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЖЕЛУДКА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОМПЛЕКСА ГИДРООКСИ АЛЮМИНИЯ И ИНУЛИНА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГАСТРИТЕ У КРЫС**Роман Александрович Шерстобитов^{1✉}, Роман Александрович Цыганский²**^{1,2} Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия¹ shestobitov15@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1713-7685>² gypsyrom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9643-2080>

Резюме. Цель исследований – изучить морфологические изменения желудка при применении комплекса гидроокси алюминия и инулина при экспериментальном гастрите у крыс. Животных делили на две экспериментальные группы, по 20 неинбредных крыс обоих полов в каждой группе. Опыт заключался в предварительной провокации эрозивно-язвенного гастрита у двух групп крыс, путем однократного перорального применения индометацина, в дозе 20 мг/кг. Животным из первой группы вводили 1 мл водопроводной воды 2 раза в день, ежедневно, на протяжении 6-ти дней, они служили контролем. Вторая группа животных через 24 часа после однократного введения индометацина получала смесь 50 мг гидроксида алюминия и 50 мг инулина, которую разводили в 1 мл водопроводной воды. Комплекс гидроокси алюминия и инулина вводился перорально 2 раза в сутки на протяжении 6-ти дней. Эuthаназия делали 10-ти крысам из каждой экспериментальной группы на 3-й и 6-й день. Гистологический материал получали из разных отделов желудка (кардиальный, дно желудка, тело желудка и пилорический отдел), фиксировали в 10% формалине, в соотношении 1:10, заливали в парафин, срезы (3-4 мкм) делались на ротационном микротоме, наносились на стекла с адгезивным покрытием (яичный альбумин), окрашивали эозином и гематоксилином и оценивали при световой микроскопии. Цифровые изображения гистопрепаратов получены с использованием микроскопа Axiolmager.A2 и фотокамеры AxioCamMRc5 (Zeiss, Germany). У животных из второй группы на 6-й день по сравнению с животными из первой группы фокусы некроза отсутствуют, деструкция подслизистой основы не выявлена. Таким образом, применение комбинации гидроксида алюминия и инулина крысам при провокации гастрита имеет выраженный терапевтический эффект и служит основанием для исследования применения данной комбинации при лечении эрозивно-язвенных поражений желудка у собак и кошек.

Ключевые слова: гастрит, крысы, гастропротекторы, терапия, экспериментальная ветеринария

Для цитирования: Шерстобитов Р. А., Цыганский Р. А. Морфологические изменения желудка при применении комплекса гидроокси алюминия и инулина при экспериментальном гастрите у крыс // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т 10, № 1. С. 47-53. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-47-53

Original article

MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE STOMACH WHEN USING A COMPLEX OF ALUMINUM HYDROXIDE AND INULIN IN EXPERIMENTAL GASTRITIS IN RATS**Roman A. Sherstobitov^{1✉}, Roman A. Tsygansky²**^{1,2} Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia¹ shestobitov15@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-1713-7685>² gypsyrom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9643-2080>

Abstract. The aim of the research was to study morphological changes in the stomach when using a complex of aluminum hydroxide and inulin in experimental gastritis in rats. The animals were divided into two experimental groups, with 20 non-inbred rats of both sexes in each group. The experiment consisted in the preliminary provocation of erosive and ulcerative gastritis in two groups of rats, by a single oral administration of indomethacin at a dose of 20 mg / kg. Animals from the first group were injected with 1 ml of tap water 2 times a day, daily, for 6 days, they served as a control. The second group of animals received a mixture of 50 mg of aluminum hydroxide and 50 mg of inulin 24 hours after a single injection of indomethacin, which was diluted in 1 ml of tap water. The complex of aluminum hydroxide and inulin was administered orally 2 times a day for 6 days. Euthanasia was performed on 10 rats from each experimental group on days 3 and 6. Histological material was obtained from different parts of the stomach (cardiac, stomach floor, stomach body and pyloric section), fixed in 10% formalin, in a ratio of 1:10, poured into paraffin, sections (3-4 microns) were made on a rotary microtome, applied to glasses with an adhesive coating (egg albumin), stained with eosin and hematoxylin and was evaluated by light microscopy. Digital images of histopreparations were obtained using an Axiolmager microscope.A2 and AxioCamMRc5 cameras (Zeiss, Germany). On day 6, animals from the second group had no foci of necrosis compared to animals from the first group, and no destruction of the submucosal base was detected. Thus, the use of a combination of aluminum hydroxide and inulin in rats when provoking gastritis has a pronounced therapeutic effect and serves as the basis for investigating the use of this combination in the treatment of erosive and ulcerative lesions of the stomach in dogs and cats.

Keywords: gastritis, rats, gastroprotectors, therapy, experimental veterinary medicine

For citation: Sherstobitov, R. A. & Tsygansky R. A. (2025). Morphological changes in the stomach when using a complex of aluminum hydroxide and inulin in experimental gastritis in rats. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. 10, 1, 47-53. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-47-53

Гастрит – это воспаление желудка, которое обычно затрагивает слизистую оболочку органа [1]. На возникновение гастрита влияют такие факторы, как инфекционные агенты, погрешности в питании, использование нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП), стресс. Так, Whitfield-Cargile С.М.(2016) отмечает, что ulcerогенный эффект является распространенным побочным действием при применении нестероидных противовоспалительных препаратов, который может привести к различным патологиям, от неспецифической боли в области эпигастрия, до эрозивно-язвенного поражения и кровотечения [14].

Ульцерогенный эффект обусловлен ингибированием циклооксигеназы (ЦОГ)[3], важнейшего фермента, который участвует в синтезе простагландинов (PG)[3,10]. Нестероидные противовоспалительные препараты, содержащие структурные элементы арилуксусной кислоты, такие как индометацин, арилпропионовой кислоты — ибупрофен, кетопрофен и флурбипрофен, или антранилатов — меклофенамовая кислота и аналогичные вещества, подавляют работу обеих изоформ фермента циклооксигеназы (ЦОГ-1 и ЦОГ-2). ЦОГ-1 отвечает за синтез простагландинов — веществ, защищающих слизистую пищеварительного канала. В результате подавления фермента возникает серьезный побочный эффект в виде снижения продукции слизи в желудке [7].

Engdevik A.C. et al. (2019) сообщает о том, что избыточная секреция соляной кислоты может вызвать дополнительные повреждения слизистой оболочки желудка, так как рецептор гистамина 2 (H2R) связывается с гистамином, который вызывает выброс соляной кислоты в просвет желудка [5].

Исходя из патогенеза, препараты, назначаемые при воспалительных заболеваниях желудка, включают в себя ингибиторы протонной помпы (ИПП), антагонисты гистаминовых рецепторов, обволакивающие средства, которые усиливают защиту слизистой оболочки желудка и снижают секрецию соляной кислоты.

Поданным Tracy L. Hill et al. (2018) сукральфат так же стимулирует высвобождение простагландинов E-1, благодаря которому усиливается кровоток в слизистой оболочке и увеличиваются синтез слизи-бикарбонатного компонента. На собачьей модели гастрита, спровоцированного повышенной кислотностью, сукральфат был эффективен при восстановлении слизистого барьера [9]. По данным Hedges, K., Odunayo A. (2019) H-2 блокаторы являются препаратами выбора, когда нужно невыраженное подавление кислоты в желудке. Антагонисты H2-гистаминовых рецепторов эффективны во время сна, так как подавляют базальную секрецию кислоты. При отсутствии возможности для применения ингибиторов протонной помпы (ИПП) у собак с эрозивно-язвенной болезнью, когда необходима агрессивная терапия, было доказано, что непрерывная инфузия фамотидина в дозировке 8 мг/кг/сут обеспечивает эффективное снижение кислотности желудочного сока [8].

Ингибиторы протонной помпы (ИПП) являются препаратами выбора при подтвержденных эрозивно-язвенных поражениях, кровотечениях, вызванными приемом нестероидных противовоспалительных препаратов. Но, применение омепразола и нестероидных противовоспалительных препаратов одновременно, может вызвать повреждение тонкого отдела кишечника [10].

Испытания новых лекарственных препаратов на лабораторных животных (крысах, морских свинках) лежит в основе экспериментальной медицины. Beduleva L. et al. (2023) в своих исследованиях пишет о возможности моделирования аутоиммунного гастрита у крыс линии Вистар путем иммунизации экстрактом слизистой оболочки желудка. При гистологическом исследовании была обнаружена значительная инфильтрация Т-лимфоцитами у крыс на 56 и 91 день после первичной иммунизации [2].

Eslami-Farsani M. et al. (2018) в своих исследованиях выпаивали 36-ти самцам линии Вистар, весом 200-250 мг 1 мл 100% этанола натощак [6].

Крысам Sprague-Dawley (120-150 г) предварительно выпаивали стрептомицин с водопроводной водой (5 мг/мл), в течение 3 дней перед первой инокуляцией *H. pylori*. После этого крысам вводили перорально, через зонд, по 1 мл на крысу суспензии *H. pylori* (5×10^8 - 5×10^{10} КОЕ/мл) два раза в день с интервалом в 4 часа в течение трех дней подряд. Успешно инфицировали 69,8-83,0% *H. pylori* с использованием уреазного теста [12].

Таким образом, на данный момент в ветеринарной медицине нет гастропротекторов для применения у животных и все используемые препараты заимствованы из гуманной медицины. Отмечается дефицит информации о побочных реакциях у животных на человеческие гастропротекторы. Поиски новых способов моделирования гастрита важны тем, что каждая методика позволяет смоделировать разные возможные причины гастрита, которые могут быть использованы для изучения патогенеза гастрита у различных животных и исследования новых методов при лечении данной патологии.

Цель исследования – изучить морфологические изменения при применении комплекса гидроокиси алюминия и инулина при экспериментальном гастрите у крыс.

Задачи исследований – доказать терапевтическую эффективность комплекса гидроокиси алюминия и инулина в терапии эрозивно-язвенного гастрита у крыс.

Материалы и методы исследований. Объект исследования – 40 разнополых неинбредных белых крыс пятимесячного возраста, содержащихся в условиях вивария. Исследования реализованы в Ветцентре им. Пирогова г. Ставрополя в 2023 году. При работе с крысами руководствовались документом «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приказ Министерства здравоохранения СССР № 742 от 13.11.1984 г.) и «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» от 18 марта 1986 г. Конфликт каких-либо интересов, отсутствовал. Крысам однократно, перорально вводили индометацин в дозе 20 мг/кг, разведенный в 1 мл водопроводной воды за 4 часа до кормления.

Далее, всех животных делили на 2 экспериментальные группы по 20 животных в каждой.

Животным из первой группы вводили 1 мл водопроводной воды 2 раза в день, ежедневно, на протяжении 6-ти дней, они служили контролем.

Животным из второй группы через 24 часа перорально через шприц вводили смесь 50мг гидроксида алюминия и 50мг инулина, разведенного в 1 мл водопроводной воды 2 раза в день: в 8:00 и 20:00 каждого дня в течении 6-ти дней. На 3-й и на 6-й день после начала эксперимента 10-ти животным из каждой группы проводили эутаназию путем перерезки спинного мозга под эфирным наркозом и осуществляли отбор гистологических материалов из разных отделов желудка (кардиальный, дно желудка, тело желудка и пилорический отдел), который фиксировали в 10% формалине, в соотношении 1:10. Пробы заливали в парафин, срезы (3-4 мкм) делались на ротационном микротоме, наносились на стекла с адгезивным покрытием (яичный альбумин), окрашивали эозином и гематоксилином и оценивали при световой микроскопии. Цифровые изображения гистопрепаратов получены с использованием микроскопа Axiolmager.A2 и фотокамеры AxioCamMRc5 (Zeiss, Germany).

Статистический материал обработан однофакторным дисперсионным анализом и критерием Стьюдента для множественных сравнений на компьютере в программе Primer of Biostatistics.

Результаты исследований. При проведении патоморфологического исследования у 10-ти животных из первой группы на 3-й день было выявлено слущивание эпителия слизистой оболочки желудка (Рис.1, 3), расширение просвета желез, очаговая атрофия экзокриноцитов (Рис. 2), на дне желез, часть париетальных экзокриноцитов в состоянии дистрофии с некробиозом – вакуолизацией цитоплазмы, кариопикнозом, границы клеток стерты, гомогенизированы. Васкуляризация стенки желудка активная, крупные сосуды гиперемизированы, в подслизистой основе присутствуют единичные эозинофилы.

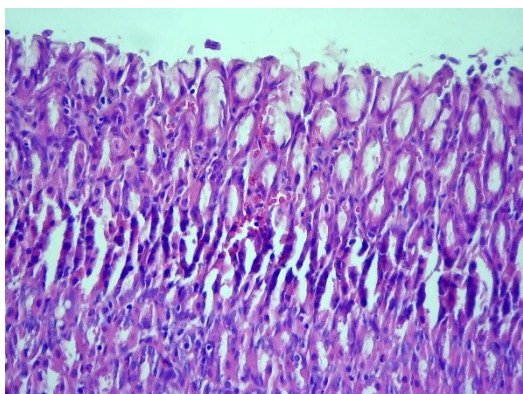


Рис.1. Слущивание эпителия слизистой оболочки стенки желудка. Ув. ×400

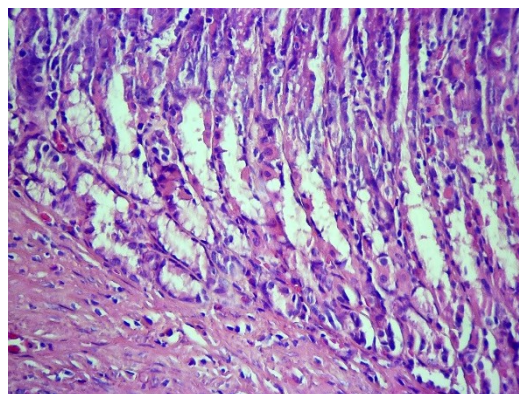


Рис. 2. Атрофия экзокриноцитов желез слизистой оболочки желудка. Ув. ×400

При проведении патоморфологического исследования животных из первой группы на 6-й день было выявлено, что стенка желудка имеет типичное строение, в слизистой оболочке присутствуют крупные фокусы дефекта - глубокого некроза и слущивания эпителия, смешанного со слизью (Рис. 3). Мышечная пластинка слизистой оболочки с очагами отека – мутная, гомогенизирована, имеет рыхлый вид. Подслизистая основа в состоянии деструкции, гомогенизирована, волокна стромы набухшие, разволокнены. Отек между волокнами обильные инфильтраты из эозинофилов, редких фибробластов. Отмечается, что инфильтрация эозинофилов распространяется и в мышечную пластинку (Рис.4). Кровеносные сосуды в состоянии гиперемии, микроциркуляторное русло в состоянии стаза

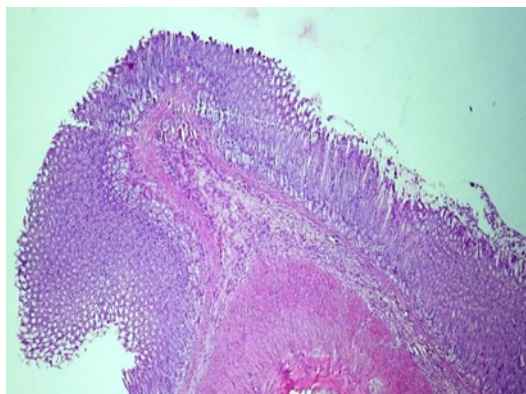


Рис. 3. Некроз и слущивание эпителия стенки желудка.
Ув. ×40

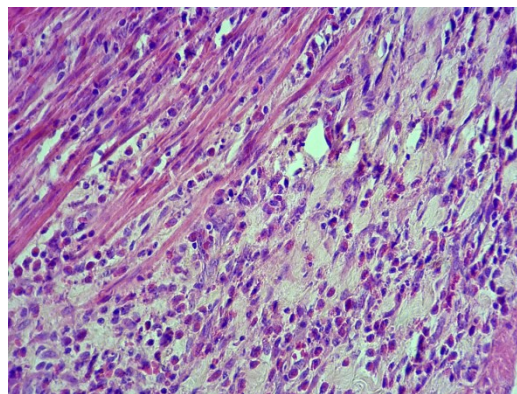


Рис. 4. Отек с воспалительным эозинофильным инфильтратом Ув. ×200

При проведении патоморфологического исследования у животных из второй группы на 3-й день было выявлено, что поверхностный железистый эпителий слизистой оболочки в состоянии атрофии, тотально слущивается (Рис.5). Эпителий, выстилающий железы представлен в основном слизистыми экзокриноцитами, что придает железам пенистый вид, просветы желез расширены. Очагово отмечается атрофия и слущивание эпителия, также присутствуют фокусы гомогенизации желез – отек. Васкуляризация стенки желудка активная. Сосуды гиперемизованы, в слизистой оболочке в собственно-слизистом слое отмечается стаз крови в капиллярах.

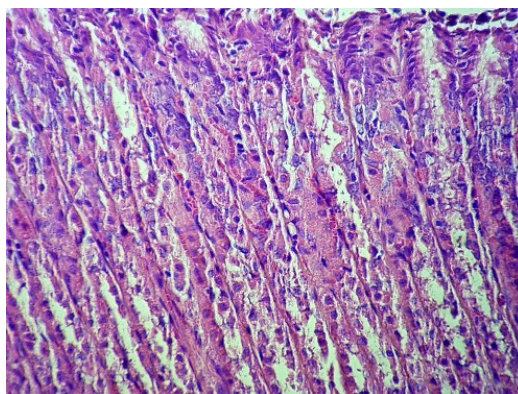


Рис. 5. Атрофия и слущивание поверхностного эпителия. Ув. ×200

При проведении патоморфологического исследования у животных из второй группы на 6-й день было замечено, что слизистая оболочка представлена складками, мышечная оболочка имеет типичное строение. На поверхности слизистой очагово присутствует зернисто-гомогенная масса, состоящая из тотально слущенного поверхностного эпителия, смешанного с большим количеством слизи, а также мелкими нитевидными фрагментами, предположительно растительного корма (Рис. 6). Некоторые участки слизистой в боковой области складок покрыты утолщенным слоем слизи в состоянии отторжения от эпителия. Железы желудка сохранены, содержат большое количество слизистых экзокриноцитов, что придает железам пенистость. Железы за счет развития в них слизистых экзокриноцитов имеют широкие просветы. Также стенка желез выстлана большим количеством париетальных экзокриноцитов.

Между железами микроциркуляторное русло в состоянии стаза, повсеместно собственно-слизистый слой инфильтрирован лимфоцитами (Рис. 7)

Изменения, обнаруженные в желудке у крыс 1 группы на 3-й день, свидетельствуют о дистрофии с некробиозом, кариопикнозе у части париетальных экзокриноцитов. Границы клеток стерты и гомогенизированы.

У второй группы животных на 3-й день обнаружена атрофия и слущивание эпителия, присутствуют фокусы гомогенизации, но некробиоза экзокриноцитов не выявлено.

Изменения на 6-й день у животных из первой группы свидетельствуют о присутствии крупных фокусов глубокого некроза и слущивания эпителия, смешанного со слизью. Подслизистая основа в состоянии деструкции, гомогенизирована.

У животных из второй группы на 6-й день по сравнению с животными из первой группы фокусы некроза отсутствуют, деструкция подслизистой основы не выявлена. Присутствует тотальное слущивание поверхностного эпителия.

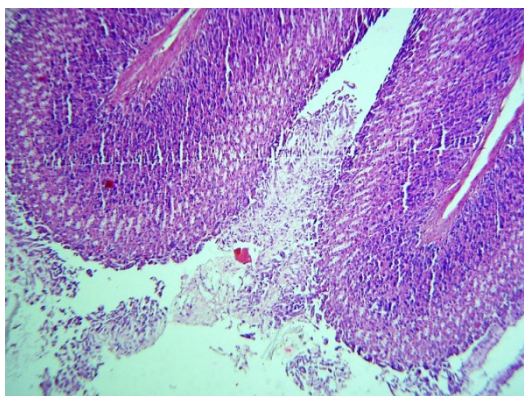


Рис. 6. Спущенный поверхностный эпителий. Ув. ×100

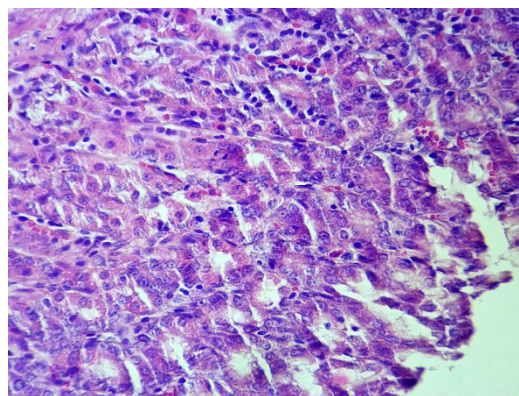


Рис. 7. Инфильтрация слизистой желудка лимфоцитами. Ув. ×400

Данное сравнение свидетельствует о явном терапевтическом эффекте комплекса инулина и гидроокиси алюминия.

Ранее в терапии эрозивно-язвенных поражений желудка применялся Сукральфат, который является комплексом октасульфата сахарозы и гидроксида алюминия, однако в данный момент Сукральфат не доступен на фармрынке, так как была установлена главенствующая роль *H. pylori* в патогенезе развития гастрита у людей. Сукральфат образует в очаге поражения стабильный комплекс с белком в поврежденной слизистой оболочке, образуя защитную пленку на поверхности язвы или эрозии [11].

Таблица

Характеристика гистологических образцов желудка крыс по гистопатологическим стандартам для диагностики воспаления пищеварительного канала Всемирной ассоциации ветеринарии мелких животных (M.J. Day et al. (2008)) [4]

Группа животных / день взятия образца		Оцениваемый параметр и степень его градации							
		Повреждение поверхностного эпителия (-/+++)	Повреждение эпителия желудочной ямки (-/+++)	Фиброз/ атрофия желез/ слизистой оболочки (-/+++)	Интраэпителиальные лимфоциты (лимфоцитов на участок из 50 эпителиальных клеток)	Лимфоциты и плазматические клетки Lamina propria (клеток в поле зрения при увеличении x40)	Эозинофилы Lamina propria (клеток в поле зрения при увеличении x40)	Нейтрофилы Lamina propria (клеток в поле зрения при увеличении x40)	Лимфофолликулярная гиперплазия (-/+++)
		M±m							
I	3	+	+	-	3,57±1,13	2,14±1,21	5,42±1,71	-	-
	6	++	++	+	7,16±2,13*	7,14±2,03**	68,28±5,02**	-	-
II	3	+	+	+	8,85±2,79**	2,79±10,42	2,43±0,81	-	-
	6	-	-	-	11,28±2,28**	2,28±71,42*	3,17±0,42*	-	-

* - разница между 3-м и 6-м днём в группе достоверна ($p \leq 0,01$)

** - разница между группами достоверна ($p \leq 0,01$)

Комбинация инулин + гидроокись алюминия, применяемая крысам при гастрите, показала достаточно эффективный гастропротективный результат.

Нами отмечена динамика лимфоцитов и эозинофилов в слизистой желудка у животных обеих опытных групп (табл 1). В обеих группах увеличивалось количество интраэпителиальных лимфоцитов. Так, в первой и второй группе на 6-й день этот показатель возрос на 50,14% и 21,55% в сравнении с 3-м днём исследования ($p \leq 0,01$). Однако, данный показатель отличался между группами. На 3-й день и 6-й дни исследования он был выше во второй группе на 59,66% и 36,53% соответственно ($p \leq 0,01$).

При сравнении количества лимфоцитов в собственной пластинке слизистой обнаружено, что в 1-й группе данный показатель возрос на 6-й день на 70,03% ($p \leq 0,01$) в сравнении с 3-м днём исследования, а во второй группе этот показатель оставался без существенных колебаний (табл.), также мы отметили преобладание данного показателя в первой группе на 6-й день исследования в сравнении со второй группой на 68,07% ($p \leq 0,01$). В обеих группах увеличивалось количество эозинофилов в собственной пластинке слизистой желудка. Так, в первой и второй группе на 6-й день этот показатель возрос на 92,06% и 23,34% в сравнении с 3-м днём исследования ($p \leq 0,01$). Однако, данный показатель также отличался между группами. На 3-й день и 6-й дни исследования он был выше в первой группе на 55,17% и 95,36% соответственно ($p \leq 0,01$). Наблюдаемая динамика свидетельствует о менее выраженных клеточных реакциях в слизистой желудка у животных второй опытной группы.

Заключение. Таким образом, применение комбинации гидроксида алюминия и инулина крысам при провокации гастрита имеет эффект, который подтвержден гистопатологически и служит основанием для дальнейших исследований применения данной комбинации при лечении эрозивно-язвенных поражений желудка у собак и кошек.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Amorim I., Taulescu M. A., Day M. J. [et al.] Canine Gastric Pathology: A Review // *Journal of Comparative Pathology*. 2016. Vol. 154, №1. P. 9-37. DOI: 10.1016/j.jcpa.2015.10.181
2. Beduleva, L., Fomina K., Sidorov A. [et al.] Rat Experimental Autoimmune Gastritis Model // *A Journal of Molecular and Cellular Immunology*-2023. Vol. 52, №8. P. 1023-1038. DOI: 10.1080/08820139.2023.2283103 EDN: TVRYGV
3. Caron, M.M.J., Emans P.J., Sanen K. [et al.] The role of prostaglandins and COX-enzymes in chondrogenic differentiation of ATDC5 progenitor cells // *PLoS One*-2016. Vol.11, №4. DOI: 10.1371/journal.pone.0153162
4. Day, M.J., Bilzer T., Mansell J. [et al.] Histopathological standards for the diagnosis of gastrointestinal inflammation in endoscopic biopsy samples from the dog and cat: a report from the World Small Animal Veterinary Association Gastrointestinal Standardization Group // *Journal of comparative pathology*. 2008. Vol. 137, № 1. P. S1-43. DOI: 10.1016/j.jcpa.2008.01.001
5. Engevik, A.C., Kaji I., Goldenring J.R. The physiology of the gastric parietal cell // *Physiological Reviews*-2020. Vol. 100, №2. P. 573-602. DOI: 10.1152/physrev.00016.2019 EDN: BHGORL
6. Eslami-Farsani M., Moslehi A., Hatami-Shahmir A. Allantoin improves histopathological evaluations in a rat model of gastritis/M. Eslami-Farsani, A. Moslehi, A. Hatami-Shahmir / *Physiology International*- 2018. Vol.105, № 4. P. 325-334. DOI: 10.1556/2060.105.2018.4.30
7. Grattan, B.J., Bennett T., Starks M.R. Diaphragm disease: NSAID-induced small bowel stricture // *Case Reports in Gastroenterology*-2018. Vol.12. №2. P. 327-330. DOI: 10.1159/000489301
8. Hedges K., Odunayo A., Price Josh. M. [et al.] Evaluation of the effect of a famotidine continuous rate infusion on intragastric pH in healthy dogs // *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2019. Vol.33, №5. P. 1988-1994. DOI: 10.1111/jvim.15558
9. Hill T. L., Duncan B., Lascelles X., Blikslager A. T. Effect of sucralfate on gastric permeability in an ex vivo model of stress-related mucosal disease in dogs // *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2018. Vol. 32, №2. P. 670-678. DOI: 10.1111/jvim.15076
10. Jones S. M., Gaier A. [et al.] The effect of combined carprofen andomeprazole administration on gastrointestinal permeability and inflammation indogs // *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2020. Vol 34, № 5. P. 1886-1893. DOI: 10.1111/jvim.15897 EDN: RRZUXC
11. Nagashima R. Mechanisms of action of sucralfate // *Journal of Clinical Gastroenterology*. 1981. Vol. 3, №2. P. 117-127.
12. Rangarajan, S., Rezonzew, G., Chumley P. [et al.] COX-2-derived prostaglandins as mediators of the deleterious effects of nicotine in chronic kidney disease // *American Journal of Physiology-Renal Physiology*. 2020. Vol. 318, № 2. P. 475-485. DOI: 10.1152/ajprenal.00407.2019 EDN: ANQTKQ
13. Werawatganon D. Simple animal model of Helicobacter pylori infection // *World Journal of Gastroenterology*. 2014. Vol. 20, № 21. P. 6429-6024. DOI: 10.3748/wjg.v20.i21.6420
14. Whitfield-Cargile, C.M., Cohen N.D., Chapkin R.S. [et al.] The microbiota-derived metabolite indole decreases mucosal inflammation and injury in a murine model of NSAID enteropathy // *Gut Microbes*. 2016. Vol. 7, № 3. P.246-261. DOI: 10.1080/19490976.2016.1156827

References

1. Amorim, I., Taulescu, M. A., Day, M. J., et al. (2016). Canine Gastric Pathology: A Review. *Journal of Comparative Pathology*, 154, 1, 9-37.
2. Beduleva, L., Fomina K., Sidorov A., et al. (2023). Rat Experimental Autoimmune Gastritis Model. *A Journal of Molecular and Cellular Immunology*, 52, 8. 1023-1038.
3. Caron, M.M.J., Emans, P.J., Sanen, K., et al. (2016). The role of prostaglandins and COX-enzymes in chondrogenic differentiation of ATDC5 progenitor cells. *PLoS One*, 11, 4.
4. Day, M.J., Bilzer, T., Mansell, J., et al. (2008). Histopathological standards for the diagnosis of gastrointestinal inflammation in endoscopic biopsy samples from the dog and cat: a report from the World Small Animal Veterinary Association Gastrointestinal Standardization Group, *Journal of comparative pathology*. 137, 1, 1-43.
5. Engevik, A. C., Kaji, I. & Goldenring, J. R. (2020). The physiology of the gastric parietal cell, *Physiological Reviews*, 100, 2, 573-602.
6. Eslami-Farsani, M., Moslehi, A. & Hatami-Shahmir, A. (2018). Allantoin improves histopathological evaluations in a rat model of gastritis, *Physiology International*, 105, 4. 325-334.
7. Grattan, B. J., Bennett, T., Starks, M. R. (2018). Diaphragm disease: NSAID-induced small bowel stricture // *Case Reports in Gastroenterology*, 12, 2, 327-330.
8. Hedges, K., Odunayo, A., Price, J. M., et al. (2019). Evaluation of the effect of a famotidine continuous rate infusion on intragastric pH in healthy dogs, *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33, 5. 1988-1994.
9. Hill, T. L., Duncan, B., Lascelles, X. & Blikslager A. T. (2018). Effect of sucralfate on gastric permeability in an ex vivo model of stress-related mucosal disease in dogs, *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32, 2, 670-678.
10. Jones, S. M., Gaier, A. [et al.] (2020). The effect of combined carprofen andomeprazole administration on gastrointestinal permeability and inflammation indogs, *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34, 5, 1886-1893.

11. Nagashima, R. (1981). Mechanisms of action of sucralfate, *Journal of Clinical Gastroenterology*, 3, 2, 117-127.
12. Rangarajan, S., Rezonew, G., Chumley, P., Fatima, H., Golovko, M. Y., Feng, W., ... & Jaimes, E. A. (2020). COX-2-derived prostaglandins as mediators of the deleterious effects of nicotine in chronic kidney disease. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 318(2), F475-F485.
13. Werawatganon, D. (2014). Simple animal model of Helicobacter pylori infection, *World Journal of Gastroenterology*, 20, 21, 6429-6024.
14. Whitfield-Cargile, C. M., Cohen, N. D., Chapkin, R.S. [et al.] (2016). The microbiota-derived metabolite indole decreases mucosal inflammation and injury in a murine model of NSAID enteropathy, *Gut Microbes*, 7, 3, 246-261.

Информация об авторах:

Р. А. Цыганский – доктор биологических наук;

Р. А. Шерстобитов – аспирант.

Information about the authors:

R. A. Tsygansky – Doctor of Biological Sciences;

R. A. Sherstobitov – graduate student.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.01.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.

The article was submitted 14.01.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 636.2.033

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-54-59

ДИНАМИКА ВЕСОВОГО И ЛИНЕЙНОГО РОСТА КАЛМЫЦКО×МАНДОЛОНГСКИХ ПОМЕСНЫХ БЫЧКОВ ПРИ РАЗВЕДЕНИИ «В СЕБЕ»**Владимир Романович Анисимов¹, Игорь Рамилевич Газеев²,
Сергей Владимирович Карамаев³, Анна Сергеевна Карамаева⁴**^{1, 3, 4} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия² Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Республика Башкортостан, Россия¹ vovanvkvadrate@gmail.com, <https://orchid.org/0009-0005-3673-9901>² gazeevigor@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2746-8634>³ karamaevsv@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>⁴ annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

Резюме. Цель исследований – оценить влияние генофонда мандолонгской породы на продуктивные и биологические качества мясного скота калмыцкой породы. Основным недостатком калмыцкого скота является слабо обмускуленная тазобедренная часть туловища и интенсивное жиротложение в раннем возрасте. Чтобы устранить проблему, было принято решение попробовать прилить кровь мандолонгской породы, которая признана одной из лучших современных мясных пород. Основной проблемой при скрещивании калмыцкой и мандолонгской пород, для получения помесей первого поколения (F₁), является большая масса тела новорожденных телят, так как мандолонгская порода более чем в два раза превосходит по живой массе калмыцкую породу. Разность по живой массе помесных бычков F₁, по сравнению с калмыцкой породой, составила 7,3 кг (27,8%; P<0,001), F₁ «в себе» – 6,2 кг (23,6%; P<0,001). Рост помесных бычков во все возрастные периоды был более интенсивный, чем у чистопородных сверстников калмыцкой породы. В результате живая масса в возрасте 8 мес. была больше у помесей F₁ – на 59,5 кг (23,9%; P<0,001), у помесей F₁ «в себе» – на 50,2 кг (20,2%; P<0,001), в возрасте 12 мес. соответственно на 71,2 кг (20,3%; P<0,001) и 63,4 кг (18,1%; P<0,001), в возрасте 15 мес. – на 86,2 кг (20,2%; P<0,001) и 73,4 кг (17,2%; P<0,001), в возрасте 18 мес. – на 102,2 кг (20,6%; P<0,001) и 88,7 кг (17,9%; P<0,001). Помесные бычки F₁ достоверно превосходят чистопородных сверстников по всем основным промерам тела, что характеризует более высокую интенсивность их роста и развития, у помесей F₁ «в себе» разность была статистически не достоверной. Незначительное снижение интенсивности роста у помесей при разведении «в себе» можно объяснить использованием молодых бычков, непроверенных по качеству потомства.

Ключевые слова: порода, бычки, чистопородные, помесные, разведение «в себе», живая масса, промеры тела.

Для цитирования: Анисимов В. Р., Газеев И. Р., Карамаев С. В., Карамаева А. С. Динамика весового и линейного роста калмыцко×мандолонгских помесных бычков при разведении «в себе» // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 54-59. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-54-59

Original article

DYNAMICS OF WEIGHT AND LINEAR GROWTH OF KALMYK×MANDOLONGSKY CROSSBRED STEERS WHEN BRED "IN THEMSELVES"**Vladimir R. Anisimov¹, Igor R. Gazeev², Sergey V. Karamaev³, Anna S. Karamaeva⁴**^{1, 3, 4} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia² Bashkir State Agrarian University, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia¹ vovanvkvadrate@gmail.com, <https://orchid.org/0009-0005-3673-9901>² gazeevigor@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2746-8634>³ karamaevsv@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2930-6129>⁴ annakaramaeva@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0131-5042>

Abstract. The purpose of the research is to evaluate the influence of the Mandolong breed gene pool on the productive and biological qualities of Kalmyk beef cattle. The main disadvantage of Kalmyk cattle is a weakly muscled hip part of the trunk and intense fat deposition at an early age. To eliminate the problem, it was decided to ask for the blood of the Mandolong breed, which is recognized as one of the best modern meat breeds. The main problem when crossing Kalmyk and Mandolong breeds to obtain first-generation (F₁) crossbreeds is the large body weight of newborn calves, since the Mandolong breed is more than twice the live weight of the Kalmyk breed. The difference in live weight of F₁ hybrid bulls, compared with the Kalmyk breed, was 7.3 kg (27.8%; P<0.001), F₁ "in itself" – 6.2 kg (23.6%; P<0.001). The growth of mongrel bulls in all age periods was more intense than that of purebred peers of the Kalmyk breed. As a result, live pregnancy at the age of 8 months. it was higher in F₁ crossbreeds – by 59.5 kg (23.9%; P<0.001), in F₁ crossbreeds "in itself" – by 50.2 kg (20.2%; P<0.001), at the age of 12 months, respectively, by 71.2 kg (20.3%; P<0.001)

and 63.4 kg (18.1%; $P < 0.001$), at the age of 15 months – by 86.2 kg (20.2%; $P < 0.001$) and 73.4 kg (17.2%; $P < 0.001$), at the age of 18 months – by 102.2 kg (20.6%; $P < 0.001$) and 88.7 kg (17.9%; $P < 0.001$). F1 crossbreeds significantly outperform purebred peers in all major body measurements, which characterizes a higher intensity of their growth and development, while the difference between F1 crossbreeds was not statistically significant. A slight decrease in the intensity of growth in crossbreeds during self-breeding can be explained by the use of young bulls that are untested in the quality of offspring.

Keywords: breed, bulls, purebred, mixed breeds, breeding "in itself", live weight, body measurements

For citation: Anisimov, V. R., Gazeev, I. R., Karamaev, S. V. & Karamaeva, A. S. (2025). Dynamics of weight and linear growth of kalmyk×mandolongsky crossbred steers when bred "in themselves". *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 10, 1, 54-59 (in Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-54-59

Проблема обеспечения населения страны натуральными продуктами животного происхождения ощущается в России достаточно остро. При этом мясо является основным продуктом питания человека, в котором содержатся необходимые для его организма полноценные белки и полный набор незаменимых аминокислот. Основным источником мяса и мясных продуктов в России всегда был крупный рогатый скот. Мясо – говядина в мясном балансе страны до 1990 г. составляла 43%, или 35,3 кг на человека в год. После распада Советского Союза, вступление России в ВТО, переход экономики на рыночные отношения, образование диспаритета цен на промышленную и сельскохозяйственную продукцию многие аграрные предприятия в стране не выдержав конкуренции прекратили свою деятельность. В результате внутренний рынок заполнили товары зарубежного производства, поставив Россию на грань полной утраты продовольственной безопасности [1-5].

Для исправления ситуации и обеспечения населения страны продуктами собственного производства Министерством сельского хозяйства РФ в 2008 г. была разработана Программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции. В связи с тем, что за перестроечный период поголовье крупного рогатого скота сократилось более чем в 8 раз, ставка по наращиванию производства мяса сделана на птицеводство и свиноводств, как наиболее скороспелые подотрасли. Согласно приказу Минздрава России от 19.08.2016 г. №614, была снижена на 9 кг, рекомендуемая институтом питания Академии медицинских наук РФ, норма потребления мяса – до 73 кг в год. При этом в мясном балансе доля говядины была уменьшена на 24,1%, а мяса птицы увеличена на 36,0%. Всего за 2023 г. было фактически потреблено (с учетом импорта) 79 кг мяса на человека, в том числе 44,3% мяса птицы, 38,0% – свинины, 15,2% – говядины и телятины [6-9].

Вопросы продовольственной безопасности страны находятся на особом контроле Президента и Правительства РФ [10]. Приоритетными вопросами государственного регулирования являются: инвестиционная активность в сельском хозяйстве и платежеспособность населения страны, диспаритет цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию, дефицит квалифицированных кадров на селе, сокращение генетических ресурсов отечественной селекции, устранение различия в уровнях жизни городского и сельского населения, без которого невозможно решение демографической проблемы в сельской местности [11, 12].

Решение вопроса производства говядины заключается в развитии специализированного мясного скотоводства, доля которого от общего производства мяса крупного рогатого скота составляет в настоящее время 2,5%. Всего в России, по данным ВНИИ племенного дела [13], разводят 16 специализированных пород мясного направления. По данным бонитировки наиболее широко используются только четыре породы: абердин-ангусскую (41,8%), калмыцкую (27,1%), герефордскую (15,8%) и казахскую белоголовую (10,6%). Только две из них – калмыцкая и казахская белоголовая, представляют российскую селекцию, что в сумме составляет 37,7% от общего поголовья мясного скота в России [14-16].

Чтобы улучшить мясные качества и повысить конкурентоспособность калмыцкого скота, с 2014 г. проводятся исследования по изучению возможности скрещивания калмыцкой породы с мандолонгской, завезенной впервые в Россию в 2011 г. на территорию Самарской области [17-19].

Цель исследований – оценить влияние генофонда мандолонгской породы на продуктивные и биологические качества мясного скота калмыцкой породы.

Задачи исследований – изучить влияние скрещивания коров калмыцкой породы с быками мандолонгской породы на живую массу и величину промеров тела у помесей первого поколения и при разведении «в себе» в разные возрастные периоды.

Материал и методы исследований. Базовым хозяйством, где проводили исследования, является «ИП Бугаев С.Н.» Алексеевского района Самарской области. Из новорожденных бычков были сформированы три группы по 20 голов в каждой: I гр. (контрольная) – чистопородная калмыцкая, II гр. (опытная) – $\frac{1}{2}$ калмыцкая (К) $\times$ $\frac{1}{2}$ мандолонгская (М), III гр. (опытная) – $\frac{1}{2}$ К $\times$ $\frac{1}{2}$ М «в себе». Для разведения «в себе» использовали полукровных коров и быков.

Для изучения интенсивности роста бычков в возрасте 8, 12, 15, 18 месяцев проводили индивидуальное взвешивание на напольных мобильных электронных весах марки «Хедлок». Оценку линейного роста и изменения статей тела проводили методом взятия промеров после отбивки от матерей в возрасте 8 мес. и при снятии с откорма в возрасте 18 мес.

Результаты исследований. Анализ массы тела подопытных бычков в разные возрастные периоды показал, что чистопородные и помесные животные значительно различаются по живой массе (табл. 1).

Таблица 1

Изменение интенсивности роста бычков с возрастом			
Возраст, месяцев	Порода и породность бычков		
	чистопородная калмыцкая	$\frac{1}{2} K \times \frac{1}{2} M$	$\frac{1}{2} K \times \frac{1}{2} M$ «в себе»
Живая масса, кг			
Новорожденные	26,3±0,44	33,6±0,63	32,5±0,52
8	248,7±3,51	308,2±4,36	298,9±3,87
12	350,1±4,66	421,3±5,12	413,5±4,59
15	426,4±4,93	512,6±5,84	499,8±5,23
18	495,6±5,39	597,8±6,73	584,3±6,17
Среднесуточные приросты живой массы, г			
0-8	926,7±18,11	1144,2±23,76	1110,0±22,38
8-12	845,0±18,56	942,5±21,89	955,0±20,91
12-15	847,8±17,63	1014,4±22,34	958,9±20,47
15-18	768,9±17,84	946,7±21,53	938,9±20,24
0-18	869,1±17,95	1044,8±22,67	1021,8±21,18

Живая масса очень важный признак, который характеризует соответствие стандарту породы, интенсивность роста и мясные качества животного. Кроме того, масса плода при рождении определяет легкость отела коров-матерей, так как очень крупный теленок, массой 7% и более, по отношению к живой массе матери, является причиной трудных отелов и их негативных последствий как для коровы, так и для самого новорожденного [4, 11, 16].

Основной проблемой при скрещивании калмыцкой и мандолонгской пород, для получения помесей первого поколения (F_1), является большая масса тела новорожденных телят, так как мандолонгская порода более чем в два раза превосходит по живой массе калмыцкую породу. Разность по живой массе помесных бычков F_1 , по сравнению с калмыцкой породой, составила 7,3 кг (27,8%; $P<0,001$), F_1 «в себе» – 6,2 кг (23,6%; $P<0,001$).

Рост помесных бычков во все возрастные периоды был более интенсивный, чем у чистопородных сверстников калмыцкой породы. В результате живая масс в возрасте 8 мес. была больше у помесей F_1 – на 59,5 кг (23,9%; $P<0,001$), у помесей F_1 «в себе» – на 50,2 кг (20,2%; $P<0,001$), в возрасте 12 мес. соответственно на 71,2 кг (20,3%; $P<0,001$) и 63,4 кг (18,1%; $P<0,001$), в возрасте 15 мес. – на 86,2 кг (20,2%; $P<0,001$) и 73,4 кг (17,2%; $P<0,001$), в возрасте 18 мес. – на 102,2 кг (20,6%; $P<0,001$) и 88,7 кг (17,9%; $P<0,001$).

Разная интенсивность роста и разница по живой массе при снятии с откорма в возрасте 18 мес. определили, что в соответствии с требованиями ГОСТ Р 54315-2011 «Крупный рогатый скот для убоя», помесные бычки отвечали условиям для категории «Супер» (550 кг и более), а чистопородные калмыцкой породы категория «Экстра» (450-499 кг).

Анализ полученных результатов показал, что наиболее интенсивным был рост бычков в период от рождения до 8-месячного возраста. Весь летне-осенний период бычки находились вместе с матерями на пастбище, получая в неограниченном количестве молоко. Кроме молока и пастбищной травы молодняк получал подкормку в виде комбикорма и мелко стебельчатого сена, которую бычкам скармливали в специальных передвижных крытых загонах. Самые высокие среднесуточные приросты живой массы были в группе помесных бычков F_1 (1144,2 г), которые превосходили сверстников калмыцкой породы на 217,5 г (23,5%; $P<0,001$), помесей F_1 «в себе» – на 34,2 г (3,1%).

После отбивки бычков от матерей, весь зимний период их содержали в помещениях в секциях на глубокой соломенной подстилке. Кардинальное изменение технологии содержания и кормления, климатические перемены стали причиной стресса у животных, что привело к снижению интенсивности роста бычков. У чистопородных бычков среднесуточные приросты живой массы снизились в среднем на 81,7 г (8,8%; $P<0,01$), у помесных F_1 – на 201,7 г (17,6%; $P<0,001$), F_1 «в себе» – на 155,0 г (14,0%; $P<0,001$).

В конце апреля, после отрастания пастбищной травы, бычков выгоняли на пастбища, где заключительный откорм проводили методом нагула. Нагул не привел к увеличению среднесуточных приростов животных, но при

этом практически нивелировал возрастное снижение интенсивности роста. В результате, за весь период выращивания и откорма среднесуточные приросты живой массы помесных бычков F_1 были больше, чем у чистопородных на 175,7 г (20,2%; $P < 0,001$), у помесных F_1 «в себе» – на 23,0 г (2,3%).

Увеличение массы тела животных с возрастом связано с изменениями статей тела и экстерьера в целом, что также является характеристикой их породных особенностей (табл. 2-3).

Таблица 2

Промеры тела бычков в возрасте 8 месяцев, см

Промер	Порода и породность бычков		
	чистопородная калмыцкая	$\frac{1}{2} K \times \frac{1}{2} M$	$\frac{1}{2} K \times \frac{1}{2} M$ «в себе»
Высота в холке	108,3±0,58	111,5±0,63	110,9±0,60
Высота в крестце	113,5±0,60	116,2±0,65	115,4±0,63
Косая длина туловища	118,1±0,69	124,3±0,68	122,9±0,57
Ширина груди	32,3±0,31	35,2±0,36	34,8±0,29
Глубина груди	52,9±0,42	56,9±0,58	56,1±0,50
Обхват груди за лопатками	143,4±0,79	148,1±0,93	147,6±0,88
Косая длина зада	38,9±0,33	41,4±0,45	40,9±0,37
Полуобхват зада	86,5±0,81	91,7±0,92	91,2±0,84
Ширина в маклаках	34,2±0,24	38,3±0,41	37,9±0,36
Ширина в тазобедренных сочленениях	35,8±0,27	39,7±0,36	38,8±0,42
Ширина в седалищных буграх	13,1±0,09	16,8±0,12	16,5±0,10
Обхват пясти	16,2±0,11	17,9±0,14	17,6±0,12

В возрасте 8 мес. (табл. 2) у чистопородных и помесных бычков уже начали отчетливо формироваться различия по экстерьеру, которые характеризуют мясные формы животных. Помесные бычки F_1 превосходили по высоте в холке чистопородных сверстников на 3,2 см (3,0%; $P < 0,001$), помесных F_1 «в себе» – на 0,6 см (0,5%), по косой длине туловища, соответственно на 6,2 см (5,2%; $P < 0,001$) и 1,4 см (1,1%), по ширине груди – на 2,9 см (9,0%; $P < 0,001$) и 0,4 см (1,1%), по глубине груди – на 4,0 см (7,6%; $P < 0,001$) и 0,8 см (1,4%), по обхвату груди за лопатками – на 4,7 см (3,3%; $P < 0,001$) и 0,5 см (0,3%), по косой длине зада – на 2,5 см (6,4%; $P < 0,001$) и 0,5 см (1,2%), по полуобхвату зада (промер Грегори) – на 5,2 см (6,0%; $P < 0,001$) и 0,5 см (0,5%), по ширине в тазобедренных сочленениях – на 3,9 см (10,9%; $P < 0,001$) и 0,9 см (2,3%), по ширине в седалищных буграх – на 3,7 см (28,2%; $P < 0,001$) и 0,3 см (1,8%).

В процессе выращивания и откорма рост мышечной и костной тканей в организме помесных бычков проходил более интенсивно, в результате разница по величине основных промеров тела еще увеличилась (табл. 3).

Таблица 3

Промеры тела бычков в возрасте 18 месяцев, см

Промер	Порода и породность бычков		
	чистопородная калмыцкая	$\frac{1}{2} K \times \frac{1}{2} M$	$\frac{1}{2} K \times \frac{1}{2} M$ «в себе»
Высота в холке	126,5±0,76	131,6±0,87	130,7±0,81
Высота в крестце	132,4±0,83	135,9±0,96	134,5±0,88
Косая длина туловища	151,2±0,98	158,5±1,18	156,3±1,12
Ширина груди	44,6±0,47	47,8±0,63	47,2±0,59
Глубина груди	69,8±0,56	74,2±0,78	73,5±0,67
Обхват груди за лопатками	183,6±1,13	194,4±1,35	193,7±1,22
Косая длина зада	51,3±0,46	55,9±0,56	55,6±0,53
Полуобхват зада	119,7±0,65	128,3±0,78	127,8±0,69
Ширина в маклаках	45,4±0,42	50,9±0,57	50,2±0,48
Ширина в тазобедренных сочленениях	47,6±0,48	53,7±0,62	52,9±0,56
Ширина в седалищных буграх	22,3±0,15	26,2±0,21	25,7±0,19
Обхват пясти	20,1±0,13	23,4±0,17	23,1±0,14

За период с 8 до 18 мес. высота в холке увеличилась у чистопородных бычков – на 18,2 см (16,8%; $P < 0,001$), у помесей F_1 – на 20,1 см (18,0%; $P < 0,001$), F_1 «в себе» – на 19,8 см (17,9%; $P < 0,001$), косая длина туловища, соответственно по группам – на 33,1 см (28,0%; $P < 0,001$); 34,2 см (27,5%; $P < 0,001$); 33,4 см (27,2%), ширина груди – на 12,3 см (38,1%; $P < 0,001$); 12,6 см (35,8%; $P < 0,001$); 12,4 см (35,6%; $P < 0,001$), глубина груди – на 16,9 см (31,9%; $P < 0,001$); 17,3 см (30,4%; $P < 0,001$); 17,4 см (31,0%; $P < 0,001$), обхват груди за лопатками – на 40,2 см (28,0%; $P < 0,001$);

46,3 см (31,3%; $P<0,001$); 46,1 см (31,2%; $P<0,001$), косая длина зада – на 12,4 см (31,9%; $P<0,001$); 14,5 см (35,0%; $P<0,001$); 14,7 см (35,9%; $P<0,001$), полуобхват зада – на 33,2 см (38,4%; $P<0,001$); 36,6 см (39,9%; $P<0,001$); 36,6 см (40,1%; $P<0,001$), ширина зада в тазобедренных сочленениях – на 11,8 см (33,0%; $P<0,001$); 14,0 см (35,3%; $P<0,001$); 14,1 см (36,3%; $P<0,001$), ширина в седалищных буграх – на 9,2 см (70,2%; $P<0,001$); 9,4 см (56,0%; $P<0,001$); 9,2 см (55,7%; $P<0,001$).

Таким образом, в возрасте 18 мес. помесные бычки F_1 превосходили по высоте в холке своих чистопородных сверстников калмыцкой породы на 5,1 см (4,0%; $P<0,001$), помесных F_1 «в себе» – на 0,9 см (0,7%), по косой длине туловища, соответственно на 7,3 см (4,8%; $P<0,001$) и 1,7 см (1,1%), по ширине груди – на 3,2 см (7,2%; $P<0,001$) и 0,6 см (1,3%), глубине груди – на 4,4 см (6,3%; $P<0,001$) и 0,7 см (1,0%), обхват груди ща лопатками – на 10,8 см (5,9%; $P<0,001$) и 0,7 см (0,4%), косой длине зада – на 4,6 см (9,0%; $P<0,001$) и 0,3 см (0,5%), полуобхвату зада – на 8,6 см (7,2%; $P<0,001$) и 0,5 см (0,4%), ширине зада в тазобедренных сочленениях – на 6,1 см (12,8%; $P<0,001$) и 0,8 см (1,5%), ширине в седалищных буграх – на 3,9 см (17,5%; $P<0,001$) и 0,5 см (1,9%).

Заключение. Скрещивание коров калмыцкой породы с быками мандолонгской породы позволяет увеличить живую массу при снятии с откорма у помесей первого поколения на 102,2 кг (20,6%; $P<0,001$), у помесей F_1 при разведении «в себе» – на 88,7 кг (17,9%; $P<0,001$). Помесные бычки F_1 достоверно превосходили чистопородных сверстников калмыцкой породы по всем основным промерам тела, что характеризует более высокую интенсивность их роста и развития, у помесей F_1 «в себе» разность была статистически не достоверной.

Список источников

1. Амерханов Х. А. Сохранение и развитие генофонда пород сельскохозяйственных животных – основа продовольственной независимости России // Молочное и мясное скотоводство. 2022. №6. С. 3-5. EDN: LKNLZB
2. Забирова Л. А., Исхаков Р. С., Тагиров Х. Х. Технологические приемы повышения производства и качества говядины: монография. Уфа: Башкирская энциклопедия. 2021. 164 с.
3. Дунин И. М., Тяпугин С. Е., Мещеров Р. К. и др. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы // Молочное и мясное скотоводство. 2020. №2. С. 2-7. DOI: 10.33943/MMS.2020.40.30.001 EDN: TPWMS
4. Карамаев С. В., Валитов Х. З., Карамаева А. С. Скотоводство. СПб.: Лань, 2019. 548 с. ISBN: 978-5-8114-4165-5 EDN: PPJPZU
5. Хакимов И. Н., Мударисов Р. М. Сортовой состав туш молодняка герефордской породы разных генотипов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. №1. С. 8-13. EDN: XPBOKD
6. Амерханов Х. А., Мирошников С. А., Костюк Р. В., Дунин И. М., Легошин Г. П. Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства Российской Федерации до 2023 года» // Вестник мясного скотоводства. 2017. №1(97). С. 7-12.
7. Амерханов Х. А. Роль и место животноводства в обеспечении продовольственной безопасности России // Молочное и мясное скотоводство. 2024. №4. С. 3-6. DOI: 10.33943/MMS.2024.65.11.001 EDN: GTAKVS
8. Иваненко И. С. Продовольственное самообеспечение России: уровень и тенденции // Островские чтения. 2020. №1. С. 18-22. EDN: ZRVVRS
9. Чинаров А. В. Мясное скотоводство России // Молочное и мясное скотоводство. 2020. №5. С. 2-5. DOI: 10.33943/MMS.2020.91.99.001 EDN: NIYRUC
10. Доктрина продовольственной безопасности РФ. Указ Президента РФ №20 от 21.01.2020 г.
11. Карамаев С. В., Газеев И. Р., Карамаева А. С., Бугаев С. Н. Калмыцкий скот Самарской области и методы его совершенствования: монография. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. 160 с. ISBN: 978-5-88575-754-6 EDN: YLBOXS
12. Чинаров А. В. Породные ресурсы скотоводства России // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №7. С. 80-85. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10714 EDN: RPCVFI
13. Карамаев С. В., Матару Х. С., Валитов Х. З., Карамаева А. С. Мандолонгская порода скота – впервые в России: монография. Кинель: РИО СГСХА, 2017. 185 с. ISBN: 978-5-88575-473-6 EDN: ZSGHDF
14. Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. М.: ФГБНУ ВНИИплем, 2021. С. 3-16.
15. Карамаев С. В., Карамаева А. С., Бакаева Л. Н. Адаптационные особенности молодняка мандолонгской породы в условиях Самарской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. №1(45). С. 90-95. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-1-90-95 EDN: FWRJDV
16. Матару Х. С., Карамаев С. В. Рост и развитие молодняка мандолонгской породы крупного рогатого скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №1. С. 78-81. EDN: TMMBWN
17. Негматов Х. М., Губайдуллин Н. М., Газеев И. Р., Багаутдинов А. М. Влияние легкости отела коров-матерей на рост и здоровье чистопородных и помесных бычков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. №5 (103). С. 288-295.

References

1. Amerkhanov, H. A. (2022). Conservation and development of the gene pool of farm animal breeds – the basis of Russia's food independence. *Dairy and beef cattle breeding*. 6. 3-5. (in Russ.)
2. Zaborova, L. A., Iskhakov, R. S. & Tagirov, H. H. (2021). *Technological methods for increasing beef production and quality*. Ufa: Bashkir Encyclopedia, 164. (in Russ.)

3. Dunin, I. M., Tyapugin, S. E., Meshcherov, R. K. and others. (2020). The state of beef cattle breeding in the Russian Federation : realities and prospects. *Dairy and beef cattle breeding*. 2. 2-7. (in Russ.)
4. Karamaev, S. V., Valitov, Kh. Z. & Karamaeva, A. S. (2019) *Cattle breeding*. St. Petersburg: Lan, 548. (in Russ.)
5. Khakimov, I. N. & Mudarisov, R. M. (2018). Varietal composition of carcasses of young Hereford breed of different genotypes. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy*. 1. 8-13. (in Russ.)
6. Amerkhanov, Kh. A., Miroshnikov, S. A., Kostyuk, R. V., Dunin, I. M. & Legoshin, G. P. (2017). The project "Concepts of sustainable development of beef cattle breeding in the Russian Federation until 2023". *Bulletin of Meat cattle breeding*. 97(1). 7-12. (in Russ.)
7. Amerkhanov, Kh. A. (2024). The role and place of animal husbandry in ensuring food security in Russia. *Dairy and beef cattle breeding*. 4. 3-6. (in Russ.)
8. Ivanenko, I. S. (2020). Food self-sufficiency in Russia : level and trends. *Ostrov readings*. 1. 18-22. (in Russ.)
9. Chinarov, A. V. (2020). Meat cattle breeding in Russia. *Dairy and meat cattle breeding*. 5. 2-5. (in Russ.)
10. The Food Security Doctrine of the Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated January 21, 2020. (in Russ.)
11. Karamaev, S. V., Gazeev, I. R., Karamaeva, A. S. & Bugaev, S. N. (2024). *Kalmyk cattle of the Samara region and methods of its improvement*. Kinel : IBC Samara State Agrarian University, 160. (in Russ.)
12. Chinarov, A. V. (2020). Pedigree resources of cattle breeding in Russia. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 34. 7. 80-85. (in Russ.)
13. Karamaev, S. V., Mataru, H. S., Valitov, H. Z. & Karamaeva, A. S. (2017). *Mandolong cattle breed – for the first time in Russia*. Kinel : RIO SGSHA, 185. (in Russ.)
14. Yearbook on breeding work in beef cattle breeding in farms of the Russian Federation (2021.) Moscow : FGBNU VNIIplem, 3-16. (in Russ.)
15. Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S. & Bakaeva, L. N. (2019). Adaptive features of young Mandolong breed in the conditions of the Samara region. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. (45)1. 90-95. (in Russ.)
16. Mataru, H. S. & Karamaev, S. V. (2015). Growth and development of young Mandolong cattle. *Proceedings of the Samara State Agricultural Academy*. 1. 78-81. (in Russ.)
17. Negmatov, Kh. M., Gubaidullin, N. M., Gazeev, I. R. & Bagautdinov, A. M. (2023). The effect of the lightness of maternal cows on the growth and health of purebred and mongrel bulls. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. (103)5. 288-295. (in Russ.)

Информация об авторах:

В. Р. Анисимов – аспирант;

И. Р. Газеев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

С. В. Карамеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

А. С. Карамеева – кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors:

V. R. Anisimov – graduate student;

I. R. Gazeev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

S. V. Karamaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

A. S. Karamaeva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.01.2025; одобрена после рецензирования 17.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 21.01.2025; approved after reviewing 17.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 636. 32/38:637.5

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-60-65

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МЯСО-ШЕРСТНОЙ ПОРОДЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ТОНКОРУННЫХ ОВЕЦ

Кайрлы Гусмангалиевич Есенгалиев^{1✉}, Хамидулла Балтуханович Баймишев²,
Казыбай Караевич Бозымов³, Серимбек Курманбаевич Аbugалиев⁴

^{1, 3, 4} Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет г. Уральск, Республика Казахстан

² Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹ esengaliyev57@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8820-5507>

² baimishev_hb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

³ dzhumagaliyeva1973@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4797-3075>

⁴ ask1959@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2316-5214>

Резюме. В статье приводятся результаты сравнительной оценки роста, развития и мясной продуктивности молодняка волгоградской тонкорунной породы и помесей, полученных в результате скрещивания волгоградских тонкорунных овцематок с баранами акжаикской мясо-шерстной породы крестьянского хозяйства «Салтанат». Различия между группами по живой массе объясняются породными особенностями отцовских форм животных и проявлением гетерозиса. Так, баранчики от акжаикских производителей превосходили по живой массе баранчиков от производителей волгоградской породы при рождении на 9,1% ($P<0,05$), при отбивке на 2,1% и в 8 месяцев на 5,2% ($P<0,05$). Ярочки, соответственно, превосходили при рождении на 0,4 кг или на 9,8% ($P<0,05$), в 8 месяцев на 1,6 кг или на 5,8% ($P<0,01$). Данные промеров тела и величины индексов телосложения, характеризующих выраженность мясности, показывают преимущество молодняка от производителей акжаикской породы над потомством производителей волгоградской породы. Для изучения мясной продуктивности проводились контрольные убои баранчиков в возрасте 4 и 8 месяцев. При этом по убойной массе отмечено превосходство потомства от акжаикских баранов на 1,27 кг или на 5,8%.

Ключевые слова: акжаикская, волгоградская, рост, развитие, молодняк, живая масса, убойные качества

Благодарности: Статья подготовлена в рамках реализации государственной научно-технической программы BR24992940 – «Создание высокопродуктивной популяции овец северо-восточного региона Казахстана на основе разработки эффективных приемов селекции и внедрения ресурсосберегающих технологий».

Для цитирования: Есенгалиев К. Г., Баймишев Х. Б., Бозымов К. К., Аbugалиев С. К. Использование баранов-производителей мясо-шерстной породы для улучшения мясной продуктивности тонкорунных овец // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 60-65. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-60-65

Original article

USE OF MEAT AND WOOL BREED PRODUCERS TO IMPROVE THE MEAT PRODUCTIVITY OF FINE FEEL SHEEP

Kajrly G. Yesengaliyev¹, Khamidulla B. Baimishev^{2✉}, Kazybay K. Bozymov³, Serimbek K. Abugaliyev⁴

^{1, 3, 4} West Kazakhstan Innovation and Technology University, Uralsk, Republic of Kazakhstan

² Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹ esengaliyev57@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8820-5507>

² baimishev_hb@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1944-5651>

³ dzhumagaliyeva1973@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4797-3075>

⁴ ask1959@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2316-5214>

Abstract. The article presents the results of a comparative assessment of the growth, development and meat productivity of young Volga-Grad fine-fleeced sheep and crossbreeds obtained as a result of crossing Volgograd fine-fleeced sheep with sheep of the Akzhaik meat and wool breed of the Saltanat farm. The differences between the groups in terms of body weight are explained by the breed characteristics of the paternal forms of animals and the manifestation of heterosis. Thus, sheep from Akzhaik producers outnumbered sheep from producers of the Volgograd breed in live weight by 9.1% ($P<0.05$), by 2.1% when chipped, and by 5.2% in 8 meat products ($P<0.05$). The yearlings, respectively, outperformed at birth by 0.4 kg or 9.8% ($P<0.05$), at 8 months by 1.6 kg or 5.8% ($P<0.01$). Body measurements and body indices characterizing the severity of meat content show the superiority of young animals from the Akzhaik breed over the offspring of producers Volgograd breed. To study meat productivity, control slaughterings of sheep aged 4 and 8 months were carried out. At the same time, in terms of slaughter weight, the superiority of offspring from Akzhaik sheep was noted by 1.27 kg or 5.8%.

Keywords: akzhaikskaya, volgogradskaya, growth, development, young, live weight, slaughter qualities

Acknowledgements: The article was prepared as part of the implementation of the state scientific and technical program BR24992940 - "Creation of a highly productive sheep population in the northeastern region of Kazakhstan based on the development of effective breeding techniques and the introduction of resource-saving technologies".

For citation: Yesengaliev, K. G., Baymishev, Kh. B., Bozymov, K. K. & Abugaliev, S. K. (2025). The use of meat-wool breeding rams to improve the meat productivity of fine-wool sheep // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 60-65 (in Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-60-65

Агропромышленный комплекс Республики Казахстан в результате проведенных эффективных реформ из кризисного состояния переходит в стадию последовательного развития. В данном секторе экономики, необходимо в перспективе не только закрепить достигнутые успехи, но и обеспечить рост сельскохозяйственного производства, стабилизировать продовольственный рынок страны и не допустить спада в обеспечении населения отечественной продукцией. Тем самым создать предпосылки для устойчивого экономического роста через эффективное взаимодействие аграрного и промышленного секторов, а также разработать эффективные селекционные приемы в отрасли овцеводства [3, 6, 7].

Межпородное скрещивание в мясном овцеводстве позволяет расширить наследственные основы организма, которая способствует получать потомство с более высокой продуктивностью [2, 8, 11].

В современном интенсивном овцеводстве основное внимание уделяется производству мяса ягнят и молодой баранины. Помесные животные первого поколения превосходят своих предков по живой массе, убойному выходу, оплате корма [1, 4, 10].

Кормление влияет на скорость роста и качество туши помесных животных. При этом, помесные животные отличаются высоким уровнем обмена веществ, эффективнее переваривают питательные вещества корма, а также лучше их используют, и это свою очередь положительно влияет на продуктивные качества животных [5, 9, 12].

Цель исследований – оценить эффективность скрещивания волгоградских тонкорунных овцематок с баранами акжайкской мясо-шерстной породы.

Задачи исследований – изучить рост, развитие и повышение мясной продуктивности молодняка волгоградской тонкорунной породы и помесей, полученных в результате скрещивания волгоградских тонкорунных овцематок с баранами акжайкской мясо-шерстной породы.

Материалы и методы исследований. Используемые в опытах матки волгоградских тонкорунных овец, разводимых в КХ «Салтанат» характеризовались средними показателями. Средняя живая масса маток хозяйства составила 49,0 кг, настриг мытой шерсти 1,5 кг при выходе 42,7%, длина шерсти – 6,5 см. Опытные матки по толщине волокон в средней зоне штапеля в среднем характеризуются – 60-м качеством. Тонина шерстных волокон в нижней зоне штапеля она составила 22,5 мкм, в средней – 23,7 мкм и в верхней – 24,4 мкм.

Для улучшения мясных качеств разводимых в хозяйстве овец волгоградской мясо-шерстной тонкорунной породы методом вводного скрещивания, в КХ «Салтанат» были завезены бараны-производители акжайкской мясо-шерстной породы из племях КХ «Куаныш» Акжайкского района.

Продуктивность баранов-производителей акжайкской мясо-шерстной и волгоградской тонкорунной пород приведены в таблице 1. Подобранные для исследований бараны по продуктивным качествам отвечают стандартам (минимальным требованиям) своей породы.

Таблица 1

Показатели продуктивности баранов-производителей

Порода	Инд. №	Класс	Живая масса, кг	Длина шерсти, см	Настриг шерсти, кг		Выход мытого волокна, %	Качество шерсти
					грязной	мытой		
АКМШ	517	Эл	95	14,5	8,7	5,7	65	48
	5265	Эл	94	14,0	8,6	5,5	64	50
ВМ	6835	Эл	93	9,0	11,0	5,5	50	60
	3413	Эл	94	9,5	11,4	5,6	49	64

Для сравнительной оценки мясо-шерстных показателей помесей полученных от использования баранов-производителей волгоградской породы и акжайкской породы на овцематках волгоградской породы нами было изучено рост, развитие, мясная продуктивность маток сравниваемых пород.

Результаты исследований. Масса тела является главным показателем роста и развития организма в различные стадии его жизни. На рост и развитие животных, как в эмбриональный, так и в последующие периоды оказывают влияние многие факторы. Известна зависимость массы ягнят при рождении от условий кормления и содержания маток в период суягности, их возраста, массы тела, пола ягнят, породы и т.д. [5].

Изменения живой массы тела опытного молодняка можно проследить в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что ягнята характеризуются вполне удовлетворительными показателями массы тела, как при рождении, так и в последующие периоды. Лучшую массу тела имели ягнята от акжайкских баранов, как при рождении, так и при отбивке и в 8 месяцев. Во все периоды взвешивания наименьшую живую

массу имели ягнята, полученные от производителей волгоградской тонкорунной породы. Баранчики от акжаикских производителей превосходили по живой массе баранчиков от производителей волгоградской породы при рождении на 9,1% ($P<0,05$), при отбивке на 2,1% и в 8 месяцев на 5,2% ($P<0,05$). Ярочки, соответственно, превосходили при рождении на 0,4 кг или на 9,8% ($P<0,05$), в 8 месяцев на 1,6 кг или на 5,8% ($P<0,01$). Существенные различия по живой массе между группами наблюдаются во все периоды взвешивания.

Таблица 2

Возрастные изменения массы тела опытных животных, кг

	Пол	n	Живая масса, кг		
			при рождении	при отбивке	8 месяцев
½ АКМШ x ½ ВГ	Ярки	102	4,5±0,13	26,6±0,46	29,2±0,47
	Баранчики	93	4,8±0,19	28,5±0,54	34,1±0,57
ВГ чистопородные	Ярки	72	4,1±0,18	25,8±0,66	27,6±0,55
	Баранчики	76	4,4±0,16	27,9±0,54	32,4±0,65

Во все периоды взвешивания, различия живой массы в сравниваемых группах статистически достоверны, за исключением баранчиков, полученных от АКМШ и ВГ производителей, при отбивке. Большие различия между группами по живой массе объясняются породными особенностями отцовских форм животных и проявлением гетерозиса. Одним из важных особенностей овец является их скороспелость. Известно, что в условиях благоприятного кормления и содержания наиболее интенсивно растет и развивается молодняк в более раннем возрасте. С увеличением возраста энергия роста снижается. Одним из показателей интенсивности роста молодняка является среднесуточный прирост живой массы. [9].

Наиболее интенсивно растет молодняк в подсосный период, а в последующем их продуктивность резко снижается. Среднесуточный прирост помесных баранчиков от рождения до отбивки составил 188 г, что на 20 г больше чем у чистопородных баранчиков волгоградской тонкорунной породы. Лучшей энергией роста обладает молодняк производителей акжаикской породы, худшей – молодняк от производителей волгоградской тонкорунной породы овец.

В зоотехнической практике оценка животных по экстерьеру проводится глазомерным методом и путем измерений и последующей обработкой промеров. Достаточно исчерпывающее представление о росте и развитии животного дает измерение тела.

Результаты измерений опытного молодняка приведены в таблице 3. Промеры, взятые у ягнят при рождении свидетельствуют о достаточно пропорциональном развитии их в эмбриональный период. Наблюдается некоторое превосходство баранчиков и ярочек, полученных от акжаикских производителей над потомством баранов волгоградской породы. В период после отбивки происходит замедление в росте молодняка всех групп. Во все периоды измерения преимущество молодняка наблюдается от производителей акжаикской породы по промером над потомством производителей волгоградской породы.

Таблица 3

Промеры опытного молодняка, см

Породность ягнят	Возраст, месяцев	Высота в холке	Косая длина туловища	Обхват груди	Ширина груди	Глубина груди	Ширина в маклоках	Полуобхват зада
Баранчики								
½ АКМШ x ½ ВГ	при рождении	39,6±0,71	33,4±0,93	39,7±0,64	9,5±0,38	14,1±0,39	8,8±0,38	28,3±0,51
	4	58,6±0,53	66,7±0,42	79,3±0,43	16,6±0,29	23,5±0,32	16,6±0,34	48,9±0,28
	8	59,8±0,46	71,2±0,52	86,2±0,32	17,1±0,24	24,4±0,27	17,2±0,23	52,5±0,42
ВГ чистопородная	при рождении	39,2±0,58	32,3±0,77	39,3±0,57	9,9±0,26	13,5±0,41	8,0±0,35	27,8±0,30
	4	57,1±0,32	62,5±0,37	77,4±0,41	16,2±0,28	23,3±0,46	16,1±0,25	48,6±0,32
	8	58,3±0,29	67,1±0,37	82,8±0,41	16,5±0,23	23,0±0,31	16,6±0,36	49,9±0,43
Ярочки								
½ АКМШ x ½ ВГ	при рождении	38,9±0,76	31,5±0,39	38,7±0,77	9,1±0,29	13,1±0,44	8,5±0,18	27,0±0,52
	4	56,9±0,55	65,2±0,40	78,7±0,42	16,4±0,31	22,7±0,30	16,2±0,42	47,1±0,25
	8	59,8±0,47	70,1±0,57	85,3±0,31	16,7±0,34	23,9±0,32	17,3±0,23	52,0±0,35
ВГ чистопородная	при рождении	38,3±0,53	30,7±0,63	38,3±0,67	8,4±0,25	13,0±0,39	7,4±0,29	27,0±0,29
	4	56,0±0,43	61,1±0,62	76,2±0,24	15,3±0,40	21,8±0,49	15,5±0,34	45,7±0,25
	8	57,5±0,39	66,6±0,47	81,7±0,41	15,6±0,32	22,6±0,42	16,3±0,23	49,1±0,31

Следует отметить, что ярочки от всех вариантов спаривания несколько уступают по промерам баранчикам. Анализ полученных промеров показал, что полукровные баранчики и ярочки имеют более длинное тело. В возрасте 4 месяцев баранчики, полученные от акжаикских баранчиков, по косой длине туловища превосходили своих чистопородных сверстников на 4,2 см или на 6,7% ($P>0,999$), а ярочки на 4,1 см или на 6,7%, при высокой достоверности разницы ($P>0,999$).

Такая же тенденция сохраняется в возрасте 8 месяцев. По другим промерам во все возрастные периоды также наблюдается превосходство полукровных ягнят. По обхвату груди в возрасте 8 месяцев баранчики, полученные от акжаикских баранов, превосходили своих сверстников по обхвату груди на 3,4 см или на 4,1%, при $P>0,999$, а ярочки на 3,6 см или на 4,4%, при $P>0,999$. По ширине груди разница между баранчиками разных групп достигла 0,6 см или 3,6% в пользу полукровных баранчиков, а между группами ярочек разница составила 0,9 см или 7,1%, $P>0,95$.

Таким образом, промеры показывают, что ягнята, полученные от волгоградских маток и акжаикских баранов имеют более длинное и широкое тело, они выше, чем ягнята чистопородной волгоградской породы.

Таблица 4

Индексы телосложения опытного молодняка, %

Индекс	Возраст, месяцев	$\frac{1}{2}$ АКМШ x $\frac{1}{2}$ ВГ		ВГ	
		баранчики	ярочки	баранчики	ярочки
Длинноногости	при рождении	64,4	65,6	65,6	66,1
	4	59,9	60,1	60,9	61,1
	8	59,2	59,6	60,5	60,86
Растянутости	при рождении	84,2	80,3	82,5	80,16
	4	113,8	114,6	109,4	109,1
	8	119,1	118,4	115,1	115,8
Тазо-грудной	при рождении	108,2	107,6	11,8	113,5
	4	100,0	101,2	100,6	98,7
	8	99,7	96,5	99,4	95,7
Грудной	при рождении	67,5	68,2	66,3	64,61
	4	70,6	72,2	72,6	70,1
	8	70,0	69,9	71,7	69,3
Сбитости	при рождении	119,01	122,35	121,7	124,7
	4	118,9	120,7	123,8	124,7
	8	121,1	121,7	123,4	122,3
Массивности	при рождении	100,5	99,48	100,2	100,0
	4	135,3	138,3	135,5	136,1
	8	144,1	144,0	142,0	142,1
Мясности	при рождении	71,59	70,05	70,9	70,5
	4	81,7	82,8	81,6	81,6
	8	87,8	87,8	85,6	85,4

Промеры, хотя и дают объективные сведения, но не могут полностью характеризовать телосложение животного, так как они берутся изолированно друг от друга. Поэтому при характеристике экстерьера животного абсолютное значение промера менее показательно, чем его относительная величина. Вычисление соотношения анатомически связанных между собой промеров, или индексов телосложения, позволяет более правильно определить пропорции тела, конституционный тип и склонность животного к производству основной продукции. Вычисленные нами на основании промеров, семь индексов телосложения опытного молодняка наиболее полно характеризуют экстерьер овец (табл. 4).

Индекс длинноногости характеризует рост и развитие ног в высоту. Несколько больший индекс длинноногости отмечен у молодняка от производителей ВГ овец. С возрастом этот индекс у всех опытных ягнят уменьшается. Наибольший индекс растянутости отмечен у молодняка акжаикских производителей и наименьший у молодняка от волгоградской породы.

Индекс тазогрудной и грудной характеризуют развитие груди в ширину. Эти показатели при рождении были значительно выше у ягнят от производителей волгоградских мясных овец, а в последующие периоды во всех группах были примерно равными.

Относительное развитие массы тела характеризуют индекс сбитости. По этому индексу во все периоды превосходство имели баранчики и ярочки от производителей волгоградских мясных овец. Наименьшие показатели наблюдались у молодняка от акжаикских производителей.

Индекс массивности и мясности характеризуют мясные достоинства животных. По этим индексам в возрасте 8 месяцев превосходство имеют ягнята от акжаикских производителей. Индекс массивности у полукровных

баранчиков составил 144,1, у ярочек – 144,0, а у волгоградских – 142-142,1. Индекс мясности у помесных ягнят составил 87,8, а у потомства ВГ – 85,4-85,6.

Таким образом, полученный полукровный молодняк обладает присущим для мясо-шерстной породы телосложением с соответствующей скоропелостью и превосходят по индексам массивности и мясности чистопородный молодняк волгоградской породы.

Количественные и качественные показатели мясной продуктивности овец обусловлены целым рядом различных взаимосвязанных факторов – генетических и средовых. В связи с изменившимися экономическими отношениями в стране и снижением спроса на шерсть, дальнейшее совершенствование мясо-шерстных овец должно осуществляться в направлении повышения мясной продуктивности при сохранении основных качеств шерсти в соответствии с требованиями шерстеперерабатывающей промышленности.

Для изучения мясной продуктивности нами проводились контрольные убои баранчиков, полученных от акжаикских и волгоградских производителей в возрасте 4 и 8 месяцев. Для убоя отбирались типичные баранчики по уровню развития и выраженности продуктивных признаков, отвечающие стандартам линий и желательному типу (табл. 5).

Таблица 5

Мясная продуктивность баранчиков, (n=3)

Показатель	½ АКМШ x ½ ВГ		ВГ	
	4 месяца	8 месяцев	4 месяца	8 месяцев
Предубойная живая масса, кг	31,3	46,7	31,0	45,2
Масса туши, кг	13,74	21,85	13,45	20,74
Выход туши, %	43,9	46,80	43,4	45,9
Внутренний жир	0,45	1,39	0,31	1,23
Выход внутреннего жира, %	1,44	2,97	1,0	2,72
Убойная масса, кг	14,19	23,24	13,76	21,97
Убойный выход, %	45,3	49,8	44,4	48,6

Откормочные способности молодняка различных групп изучены путем постановки их на откорм сразу же после отбивки. Общий прирост за период откорма молодняка от акжаикских баранов составил – 15,40 кг, а от волгоградских баранов – 14,42 кг. В результате убоя 4-месячных баранчиков некоторое преимущество по предубойной массе отмечено у ягнят, полученных от акжаикских баранов (на 0,3 кг, или на 0,9%). По убойной массе это превосходство составило 0,43 кг или 3,1%, а в возрасте 8 месяцев – 1,27 кг или 5,8%. По убойному выходу разница составила 0,9 и 1,2%, соответственно возрастам.

Заключение. По убойной массе отмечено превосходство потомства от акжаикских баранов на 1,27 кг или на 5,8%. Также отмечено превосходство потомства от акжаикских баранов – 49,8% против 48,6%, от потомства волгоградских баранов. При убое в возрасте 4 месяцев, от всех вариантов скрещивания получены довольно хорошие тушки массой 13,45 кг и более, а после откорма туши массой 21,97 кг с преимуществом потомства от акжаикских баранов.

Список источников

1. Баймишев Х. Б. Траисов Б. Б., Баймишев М. Х., Есенгалиев К. Г. Взаимосвязь интерьерных показателей ягнят разных генотипов с их продуктивностью // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 32-380. EDN: ILGIUY
2. Баймишев Х. Б., Баймишев М.Х., Есенгалиев К.Г. Скорость роста баранчиков акжаикской мясо-шерстной породы в зависимости от линейной принадлежности // Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине : сборник научных трудов. Тюмень, 2021. С. 21-26.
3. Баймишев Х.Б. Совершенствование генетического потенциала продуктивности овец акжаикской породы / Баймишев Х.Б., Баймишев М.Х., Есенгалиев К.Г. : монография. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2021. 276 с. ISBN: 978-5-88575-656-3 EDN: DGVIUH
4. Баймишев Х.Б. Есенгалиев К.Г., Траисов Б.Б. Шерстная продуктивность молодняка овец акжаикской мясо-шерстной породы в зависимости от линейной принадлежности // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 55-58. DOI: 10.12737/17458 EDN: ZDULEV
5. Давлетова, А.М. Возрастная изменчивость массы тела молодняка овец эдильбайской породы // Наука и образование. 2019. № 4. С. 49-53.
6. Каласов, М.Б. Андриенко Д.А., Галимова З.А., Касимова Г.В. Результаты выращивания молодняка овец казахской курдючной грубошерстной породы // Наука и образование. 2019. № 4 (57). С. 100-104.
7. Касимова, Г.В., Есенгалиев К.Г. Результаты выращивания молодняка овец различного происхождения // Наука и образование. 2022. №2 (67). С. 282-290.
8. Клочкова, М.А., Рахимжанова И.А., Яремко В.В., Кошкин И.П. Влияние генотипа молодняка овец на потребление кормов и динамику живой массы // Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбоводства : сборник научных трудов. Саратов, 2017. С. 336-339.

9. Ключкова, М.А., Ребезов М.Б., Касимова К.В. Интенсивность роста молодняка цыгайской породы и ее помесей с эдильбаевской // Наука и образование. 2020. № 4-1 (61). С. 51-54.
10. Лушников В.П., Левина Т.Ю., Сарбаев М.Г. Мясная продуктивность баранчиков, полученных при скрещивании волгоградских маток с баранчиками разных зарубежных пород // Овцы, козы, шерстяные дело. 2021. № 2. С. 23-25. DOI: 10.26897/2074-0840-2021-2-23-25 EDN: DKGYRT
11. Левина Т.Ю., Лушников В.П., Сарбаев М.Г. Мясная продуктивность и потребительские свойства мяса баранчиков различных генотипов // Зоотехния и аквакультура : сборник научных трудов, Саратов, 2021.
12. Лушников, В. П., Левина, Т. Ю., Сарбаев, М. Г. (2022). Промышленное скрещивание-как селекционный прием повышения мясной продуктивности в разведении овец волгоградской породы овец. // *Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий*. 2022. С. 470-472.

References

1. Baymishev H. B. Traisov B. B., Baymishev M. H., Yesengaliev K. G. (2021). The relationship of interior parameters of lambs of different genotypes with their productivity // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 2. 32-380. (in Russ.). EDN: ILGIUY
2. Baymishev H. B., Baymishev M.H., Yesengaliev K.G. (2021). The growth rate of sheep of the Akzhaik meat and wool breed depending on the linear affiliation // *Modern directions of science development in animal husbandry and veterinary medicine : collection of scientific papers*. Tyumen, 21-26. (in Russ.).
3. Baymishev H.B., Baymishev M.H., Esengaliev K.G. (2021). *Improving the genetic potential of productivity of sheep of the Akzhaik breed*. Kinel : PC Samara SAA. (in Russ.). ISBN: 978-5-88575-656-3 EDN: DGVUHH
4. Baymishev Kh.B. Esengaliev K.G., Traisov B.B. (2017). Wool productivity of young sheep of the Akzhaik meat and wool breed depending on the linear affiliation // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 3. 55-58. (in Russ.). DOI: 10.12737/17458 EDN: ZDULEV
5. Davletova, A.M. (2019). Age-related variability of body weight of young sheep of the Edilbai breed // *Science and education*. 4, 49-53. (in Russ.).
6. Kalasov, M.B. Andrienko, D.A., Galimova, Z.A., Kasimova, G.V. (2019). The results of rearing young sheep of the Kazakh coarse-haired sheep breed // *Science and Education*. 4 (57). 100-104. (in Russ.).
7. Kasimova, G.V., Yesengaliev K.G. (2022). The results of raising young sheep of various origins // *Science and education*. 2 (67). 282-290. (in Russ.).
8. Klochkova, M.A., Rakhimzhanova I.A., Yaremko V.V., Koshkin I.P. (2017). The influence of the genotype of young sheep on feed consumption and body weight dynamics // *Actual issues of livestock and fish farming production : collection of scientific papers*. Saratov, 336-339. (in Russ.).
9. Klochkova, M.A., Rebezov, M.B., Kasimova, K.V. (2020). *The growth rate of young Tsigai breed and its hybrids with Edilbaev* // *Science and Education*. 4-1 (61). 51-54. (in Russ.).
10. Lushnikov V.P., Levina T.Yu., Sarbaev M.G. (2021). Meat productivity of sheep obtained by crossing Volgograd queens with sheep of different foreign breeds // *Sheep, goats, wool business*. 2. 23-25. (in Russ.). DOI: 10.26897/2074-0840-2021-2-23-25 EDN: DKGYRT
11. Levina T.Yu., Lushnikov V.P., Sarbaev M.G. (2021). Meat productivity and consumer properties of lamb meat of various genotypes // *Animal science and aquaculture : collection of scientific papers*, Saratov. (in Russ.).
12. Lushnikov, V. P., Levina, T. Yu., & Sarbaev, M. G. (2022). Industrial crossbreeding - as a selective method of increasing meat productivity in the breeding of sheep of the Volgograd breed of sheep // *Actual problems of veterinary medicine, food and biotechnology* (pp. 470-472). (in Russ.).

Информация об авторах:

К. Г. Есенгалиев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент;
 Х. Б. Баймишев – доктор биологических наук, профессор;
 К. К. Бозымов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
 С. К. Аbugалиев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about the authors:

K. G. Yesengaliev – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor;
 Kh. B. Baimishev – Doctor of Biological Sciences, Professor;
 K. K. Bozymov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
 S. K. Abugaliev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.01.2025; одобрена после рецензирования 24.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
 The article was submitted 21.01.2025; approved after reviewing 24.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 57.013:612.1

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-66-70

АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В СПЕРМАТОЗОИДАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ КРИОПОВРЕЖДЕНИИ**Марина Николаевна Иващенко^{1✉}, Анна Вячеславовна Дерюгина², Андрей Александрович Белов³, Михаил Иванович Латушко⁴, Анатолий Петрович Еремин⁵**^{1, 3, 5} Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород, Россия^{2, 4} Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия¹ kafedra2577@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6642-8518>² derugina69@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8812-8559>³ andrey.raven@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-4869-5054>⁴ ancord.m@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0000-2997-0228>⁵ erapnn@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0002-0550-4876>

Резюме. Цель исследований – оценка активности ферментативных антиоксидантов сперматозоидов быков после оттаивания, для понимания молекулярных механизмов снижения оплодотворяющей способности спермы в процессе криоконсервации и оттаивания. Объектом исследования являлась спермопродукция чёрно-пёстрых голштинизированных быков в возрасте 3 лет. Сперму разбавляли стерильной средой «BioXcell». Один и тот же эякулят подвергался двум обработкам: свежий – оценивался сразу после добавления разбавителя при температуре 37°C и размороженный – оценивался через 60 и 120 минут после размораживания. В сперматозоидах определяли интенсивность протекания свободнорадикальных процессов путем определения в клетках концентрации малонового диальдегида. Эффективность ферментативного звена антиоксидантной системы определяли по изменению активности супероксиддисмутазы и каталазы. На основании проведенных исследований установлено, что после криоконсервации содержание малонового диальдегида было выше в среднем на 25%. Антиоксидантный потенциал супероксиддисмутазы после криоконсервации не зависел от инкубационного периода и увеличился в среднем на 23%, активность каталазы после замораживания/оттаивания спермы не изменилась. Оценка уровня окислительного стресса и активности антиоксидантной системы важно для понимания молекулярных механизмов, связанных со снижением продуктивности крупного рогатого скота.

Ключевые слова: сперматозоиды, крупный рогатый скот, антиоксиданты, супероксиддисмутаза, каталаза, малоновый диальдегид, криоконсервация

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00205

Для цитирования: Иващенко М. Н., Дерюгина А. В., Белов А. А., Латушко М. И., Еремин А. П. Активность антиоксидантных ферментов в сперматозоидах крупного рогатого скота при криоповреждении // Известия Самарской государственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 66-70. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-66-70

Original article

THE ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES IN CATTLE SPERMATOZOA DURING CRYOPRESERVATION**Marina N. Ivashchenko^{1✉}, Anna V. Deryugina², Andrey A. Belov³, Mikhail I. Latushko⁴, Anatoly P. Eremin⁵**^{1, 3, 5} Nizhny Novgorod State Agrotechnological University named after L.Ya. Florentyev, Nizhny Novgorod, Russia^{2, 4} Nizhegorodsky State University named after N.I. Lobachevsky, Nizhny Novgorod, Russia¹ kafedra2577@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6642-8518>² derugina69@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8812-8559>³ andrey.raven@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-4869-5054>⁴ ancord.m@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0000-2997-0228>⁵ erapnn@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0002-0550-4876>

Abstract. The aim of the research is to evaluate the activity of enzymatic antioxidants in bull sperm after thawing, in order to understand the molecular mechanisms of reducing the fertilizing ability of sperm during cryopreservation/thawing. The object of the study was the sperm production of black-and-white Holstein bulls at the age of 3 years. The sperm was diluted with a sterile BioXcell medium. The same ejaculate was subjected to two treatments: fresh – evaluated immediately after adding diluent at 37°C and defrosted – evaluated 60 and 120 minutes after defrosting. The intensity of free radical processes in spermatozoa was determined by determining the concentration of malondialdehyde in cells. The effectiveness of the enzymatic link of the antioxidant system was determined by changes in the activity of superoxide dismutase and catalase. Based on the conducted studies, it was found that after cryopreservation, the

content of malondialdehyde was higher by an average of 25%. The antioxidant potential of superoxide dismutase after cryopreservation did not depend on the incubation period and increased by an average of 23%, the activity of catalase after freezing / thawing of sperm did not change. Assessing the level of oxidative stress and the activity of the antioxidant system is important for understanding the molecular mechanisms associated with a decrease in cattle productivity.

Keywords: spermatozoa, cattle, antioxidants, superoxide dismutase, catalase, malonic dialdehyde, cryopreservation

Acknowledgements: *The research was carried out at the expense of the Russian Science Foundation grant No. 23-26-00205*

For citation: Ivashchenko, M. N., Deryugina, A. V., Belov, A. A., Latushko, M. I. & Eremin, A. P. (2025). Activity of antioxidant enzymes in cattle spermatozoa during cryopreservation // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 66-70 (in Russ). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-66-70

Криоконсервация спермы крупного рогатого скота является важным методом сохранения и эффективного использования генетического материала от высокоценных производителей. Несмотря на большое разнообразие криопротекторов, эффективность криоконсервации спермы быков ограничена. Снижение оплодотворяющей способности криоконсервированной спермы может быть связано с изменением структуры плазматической мембраны, нарушением липидного профиля в мембране сперматозоидов. Высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот в мембране спермиев объясняет восприимчивость половых клеток к оксидативному стрессу [1, 2].

В биотехнике воспроизводства для оценки репродуктивной функции используется анализ спермы, включающий определение подвижности, морфологии, концентрации сперматозоидов, что являются лишь косвенным показателем качества спермы.

Оценка активности антиоксидантных ферментов позволит провести анализ метаболических характеристик сперматозоидов при криоконсервации. В частности, криоконсервация усиливает выработку активных форм кислорода, обладающих выраженной реакционной способностью. Низкие уровни активных форм кислорода, продуцируемые сперматозоидами, участвуют в обеспечении оплодотворяющей способности. Избыточное образование активных форм кислорода может приводить к повреждению сперматозоидов. Образующиеся активные формы кислорода атакуют жизненноважные биомолекулы, изменяя работу ферментативных систем, белков, ДНК и различных мембранных структур клетки [3-5].

Сперматозоиды в норме содержат антиоксиданты, которые защищают половые клетки от повреждающего действия активных форм кислорода. Ферменты – супероксиддисмутаза и каталаза образуют антиоксидантную пару, которая борется со свободными радикалами кислорода, не давая им возможности запустить процессы свободнорадикального окисления [6, 7]. Супероксиддисмутаза – фермент, катализирующий дисмутацию супероксидного радикала до перекиси водорода и молекулярного кислорода тем самым предотвращая повреждение полиненасыщенных жирных кислот мембраны сперматозоидов, стабилизируя текучесть мембраны и восстанавливая подвижность половых клеток. Каталаза катализирует разложение перекиси водорода до воды и молекулярного кислорода [6, 8].

Цель исследований – оценка активности ферментативных антиоксидантов сперматозоидов быков после оттаивания, для понимания молекулярных механизмов снижения оплодотворяющей способности спермы в процессе криоконсервации и оттаивания.

Задачи исследований – определить содержание малонового диальдегида как показателя, отражающего интенсивность протекания свободнорадикальных процессов и активность ферментов антиоксидантов – супероксиддисмутазы и каталазы в сперматозоидах крупного рогатого скота.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований служила спермопродукция чёрно-пёстрых голштинизированных быков в возрасте 3 лет. Было использовано около 100 эякулятов быков. Сбор спермы проводили в соответствии с Национальной технологией замораживания и использования спермы племенных быков-производителей [9]. Использовали свежеполученное семя с подвижностью сперматозоидов более 7 баллов, минимальным количеством аномальных форм клеток.

Сперму разбавляли стерильной средой «BioXcell» (Франция). Один и тот же эякулят подвергался двум обработкам: свежий – оценивался сразу после добавления разбавителя при температуре 37°C и размороженный – оценивался после размораживания через 60 и 120 минут. В группе с размороженным эякулятом перед началом исследований соломины со спермой (0,25 мл) размораживали на водяной бане в течение 1 мин. Освобождение сперматозоидов от семенной плазмы осуществляли путём отмывания физраствором.

Криоконсервацию спермы проводили путём смешивания с разбавителем в отношении 1:1 при 27°C, далее образцы охлаждали до 18-22°C, затем производили окончательное разбавление, фасовку и эквilibрацию (выдержка при 4°C в течение 3-4 часов). Потом проводили охлаждение спермы в течение 7,5 минут до температуры -145°C, для длительного хранения контейнер с образцами помещали в жидкий азот, при температуре -196°C.

В сперматозоидах определяли интенсивность протекания свободнорадикальных процессов путем определения в клетках концентрации малонового диальдегида (МДА) (Владимиров, Арчаков, 1972) [1].

Для исследования активности в сперматозоидах антиоксидантных ферментов – супероксиддисмутазы и каталазы были использованы стандартные методики (Сирота, 2016) [11], (Рецкий, 2010) [12].

Математическая и статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью пакета программ Statistic 10,0 и Microsoft Excel 2000. В случае распределения близкого к нормальному количественные показатели представлялись в виде средних значений $\pm$ стандартная ошибка средней величины. Уровень значимости (P) был принят равным или меньшим 0,05. Поиск межгрупповых различий проводили методом сравнения средних значений по критерию Стьюдента для выборочных средних значений.

Результаты исследований. Одним из информативных маркеров окислительного стресса в биологических субстратах считается малоновый диальдегид, который является одним из конечных продуктов перекисного окисления полиненасыщенных жирных кислот в клетке [13, 14].

Таблица

Влияние криоконсервации на перекисное окисление липидов
и активность антиоксидантных ферментов в сперматозоидах быков

Показатели свободнорадикального окисления	Исходно	После размораживания через 60 мин	После размораживания через 120 мин
МДА (нМоль/мл)	0,61 $\pm$ 0,32	0,85 $\pm$ 0,14 *	0,74 $\pm$ 0,28 *
СОД, ед. акт./мг белка	0,61 $\pm$ 0,08	0,78 $\pm$ 0,09 *	0,72 $\pm$ 0,12 *
Каталаза, мкат/мг	9,03 $\pm$ 0,76	8,48 $\pm$ 0,82	8,59 $\pm$ 0,91

Примечание: «*» – статистически значимые различия по отношению к сперматозоидам до криоконсервации, $p \leq 0,05$

Данные, полученные в нашем эксперименте, свидетельствуют о том, что после криоконсервации на протяжении всего эксперимента отмечалось повышение уровня малонового диальдегида относительно интактных сперматозоидов, что указывает на активизацию свободнорадикальных процессов в клетках (табл.). Через час уровень МДА был повышен на 30%, через два часа на 21%.

Считается, что основным негативным эффектом окислительного стресса в сперматозоидах является перекисное окисление липидов (ПОЛ). ПОЛ вызывает угнетение синтеза макроэргов, что, в свою очередь, приводит к снижению подвижности сперматозоидов [15-17]. В результате совокупности повреждений, вызванных окислительным стрессом, часть клеток сперматозоидов подвергается апоптозу, и они теряют подвижность. Более того, даже после оплодотворения эмбрионы, полученные от самцов с высоким уровнем окислительного стресса в семенной жидкости, имеют более высокую вероятность выкидыша из-за повреждения ДНК и окислительной модификации белков [18, 19].

Результаты по оценке активности ферментов антиоксидантной защиты в сперматозоидах быков, полученные в наших экспериментах представлены в таблице. Анализ полученных данных показал, повышение активности супероксиддисмутазы в сперматозоидах после криоконсервации на 28% и 18% через 60 и 120 минут соответственно. Вероятно, отмеченный эффект является компенсаторной реакцией на усиление процессов перекисного окисления липидов в клетках, поскольку этот фермент первым вступает в процесс антиоксидантной защиты (табл.). Активность каталазы после криоконсервации спермы не отличалась от показателей интактных клеток.

Таким образом, можно констатировать, что криоконсервация спермы негативно отражается на окислительно-антиоксидантном статусе, что может являться одним из патогенетических факторов нарушения репродуктивной функции быков.

Заключение. Процесс криоконсервации спермы быков голштинской породы, сопровождается изменением в цитоплазматической мембране сперматозоидов липид-белковых взаимодействий и метаболических характеристик спермиев, вызванных окислительным стрессом. Антиоксидантный потенциал супероксиддисмутазы после криоконсервации не зависел от инкубационного периода, активность каталазы после замораживания и оттаивания спермы не изменялась.

Список источников

1. Дерюгина А.В., Иващенко М.Н., Лодяной М.С. Оценка резистентности мембран сперматозоидов быков в процессе долгосрочного хранения // Естественные и технические науки. 2022. Т. 1 (164). С. 107-109. EDN: QLDSA0
2. Cocuzza M., Sikka S.C., Athayde K.S., Agarwal A. Clinical relevance of oxidative stress and sperm chromatin damage in male infertility: an evidence based analysis. Int Braz J Urol. 2007. №33. P. 603-621. DOI: 10.1590/S1677-55382007000500002
3. Пискарев И.М., Иванова И.П., Самоделькин А.Г., Иващенко М.Н. Инициирование и исследование свободно-радикальных процессов в биологических экспериментах. Нижний Новгород, 2016. 106 с. ISBN: 978-5-903180-99-8 EDN: VYVZMV
4. Lenzi A., Gandini L., Picardo M., Tramer F., Sandri G., Panfili E. Lipoperoxidation damage of spermatozoa polyunsaturated fatty acids (PUFA): scavenger mechanisms and possible scavenger therapies. FrontBiosci. 2000. №5. E1-E15.

5. Tarozzi N., Bizzaro D., Flamigni C., Borini A. Clinical relevance of sperm DNA damage in assisted reproduction. *Reprod Biomed Online*. 2007. №14 (6). P. 746-757. DOI: 10.1016/S1472-6483(10)60678-5
6. Agarwal A., Virk G., Ong C., du Plessis S.S. Effect of oxidative stress on male reproduction // *The World Journal of Men's Health*. 2014. №32. P. 1-17.
7. Safarinejad M.R. Effect of pentoxifylline on semen parameters, reproductive hormones, and seminal plasma antioxidant capacity in men with idiopathic infertility: a randomized double-blind placebo-controlled study // *International urology and nephrology*. 2011. V. 43(2). P. 315-328. DOI: 10.1007/s11255-010-9826-4 EDN: IGZDLA
8. Mora-Esteves C., Shin D. Nutrient supplementation: improving male fertility fourfold. *Semin Reprod Med*. 2013. №31. P. 293-300. DOI: 10.1055/s-0033-1345277 EDN: RRSDV
9. Национальная технология замораживания и использования спермы племенных быков-производителей / под ред. А.И. Абилова, Н.М. Решетниковой, 2008. 160 с.
10. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука, 1972. 252 с. EDN: PJBHRZ
11. Сирота Т.В. Стандартизация и регуляция скорости супероксидгенирирующей реакции автоокисления адреналина, используемой для определения про/антиоксидантных свойств различных материалов // *Биомедицинская химия*. 2016. Т. 62. №6. С. 650-655. DOI: 10.18097/PBMC20166206650 EDN: XHTVQD
12. Рецкий М.И. Методические положения по изучению процессов свободнорадикального окисления и системы антиоксидантной защиты организма. Воронеж, 2010. 69 с. EDN: SYTFAD
13. Miroshnikov S., Zavyalov O., Frolov A., Poberukhin M., Sleptsov I.I., Sirazetdinov F. The content of toxic elements in hair of dairy cows as an indicator of productivity and elemental status of animals // *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. T. 26. №18. C. 18554-18564. DOI: 10.1007/s11356-019-05163-5 EDN: ITDENP
14. Ohta S. Recent progress toward hydrogen medicine: potential of molecular hydrogen for preventive and therapeutic application // *Current Pharmaceutical Design*. 2017. V. 17 (22). P. 2241-2252. DOI: 10.2174/138161211797052664
15. McQueen D.B., Zhang J., Robins J.C. Sperm DNA fragmentation and recurrent pregnancy loss: A systematic review and meta-analysis. *Fertil. Steril*. 2019. №112. P. 54-60. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2019.03.003
16. Ohta S. Molecular hydrogen as a preventive and therapeutic medical gas: initiation, development and potential of hydrogen medicine // *Pharmacology & Therapeutics*. 2014. №144 (1). P. 1-11. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2014.04.006
17. Rivlin J., Mendel J., Rubinstein S., Etkovitz N., Breitbart H. Role of hydrogen peroxide in sperm capacitation and acrosome reaction // *Biol. Reprod*. 2004. №70. P. 518-522. DOI: 10.1095/biolreprod.103.020487
18. Koskimaa H.M. Human Papillomavirus Genotypes Present in the Oral Mucosa of Newborns and Their Concordance with Maternal Cervical Human Papillomavirus Genotypes // *J. Pediatr*. 2012. V.160. №5. P. 837-843. DOI: 10.1016/j.jpeds.2011.10.027 EDN: PLFFIF
19. Ohta S. Molecular hydrogen as a novel antioxidant: Overview of the advantages of hydrogen for medical applications // *Methods in Enzymology*. 2015. №555. P. 289-317. DOI: 10.1016/bs.mie.2014.11.038

References

1. Deryugina, A. V., Ivashchenko, M. N. & Lodyanov, M. S. (2022). Ocenka rezistentnosti membran spermatozoidov bykov v processe dolgosrochnogo hraneniya. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki (Natural and technical sciences)*, (164), 107-109. (in Russ).
2. Cocuzza, M., Sikka, S. C., Athayde, K. S. & Agarwal, A. (2007). Clinical relevance of oxidative stress and sperm chromatin damage in male infertility: an evidence based analysis. *Int Braz J Urol*, (33), 603-621.
3. Piskarev, I. M., Ivanova, I. P., Samodelkin, A. G. & Ivashchenko, M. N. (2016). Inicirivanie i issledovanie svobodno-radikal'nykh processov v biologicheskikh eksperimentah. *Nizhnij Novgorod*. 106 s. (in Russ).
4. Lenzi, A., Gandini, L., Picardo, M., Tramer, F., Sandri, G. & Panfili E. (2000). Lipoperoxidation damage of spermatozoa polyunsaturated fatty acids (PUFA): scavenger mechanisms and possible scavenger therapies. *FrontBiosci*, (5), 1-15.
5. Tarozzi, N., Bizzaro, D., Flamigni, C. & Borini, A. (2007). Clinical relevance of sperm DNA damage in assisted reproduction. *Reprod Biomed Online*, (14), 746-757.
6. Agarwal, A., Virk, G., Ong, C. & du Plessis, S.S. (2014). Effect of oxidative stress on male reproduction. *The World Journal of Men's Health*, (32), 1-17.
7. Safarinejad, M. R. (2011). Effect of pentoxifylline on semen parameters, reproductive hormones, and seminal plasma antioxidant capacity in men with idiopathic infertility: a randomized double-blind placebo-controlled study. *International urology and nephrology*, (43), 315-328.
8. Mora-Esteves C., Shin D. (2013). Nutrient supplementation: improving male fertility fourfold. *Semin Reprod Med*, (31), 293-300.
9. Nacional'naya tekhnologiya zamorazhivaniya i ispol'zovaniya spermy plemennykh bykov-proizvoditelej / pod red. A.I. Abilova, N.M. Reshetnikovoj. M. : 2008. 160 s. (in Russ).
10. Vladimirov, Yu. A. & Archakov, A. I. (1972). *Perekisnoe okislenie lipidov v biologicheskikh membranah*. M.: Nauka. 252 s. (in Russ).
11. Sirota, T. V. (2016). Standartizaciya i regulyaciya skorosti superoksidgeneriruyushchej reakcii avtookisleniya adrenalina, ispol'zuemoj dlya opredeleniya pro/antioksidantnykh svoystv razlichnykh materialov. *Biomedicinskaya himiya (Biomedical Chemistry)*, (6), 650-655. (in Russ).

12. Reckij, M. I. (2010). Metodicheskie polozheniya po izucheniyu processov svobodnoradikal'nogo okisleniya i sistemy antioksidantnoj zashchity organizma. Voronezh. 69 s. (in Russ).
13. Miroshnikov, S., Zavyalov, O., Frolov, A., Poberukhin, M., Sleptsov, I. I. & Sirazetdinov, F. (2019). The content of toxic elements in hair of dairy cows as an indicator of productivity and elemental status of animals. *Environmental Science and Pollution Research*, (18), 18554-18564.
14. Ohta, S. (2017). Recent progress toward hydrogen medicin: potential of molecular hydrogen for preventive and therapeutic application. *Current Pharmaceutical Design*, (17), 2241-2252.
15. McQueen, D. B., Zhang, J., Robins, J. C. (2019). Sperm DNA fragmentation and recurrent pregnancy loss: A systematic review and meta-analysis. *Fertil. Steril*, (112), 54-60.
16. Ohta, S. (2014). Molecular hydrogen as a preventive and therapeutic medical gas: initiation, development and potential of hydrogen medicine. *Pharmacology & Therapeutics*, (144), 1-11.
17. Rivlin, J., Mendel, J., Rubinstein, S., Etkovitz, N. & Breitbart, H. (2004). Role of hydrogen peroxide in sperm capacitation and acrosome reaction. *Biol. Reprod.* (70), 518-522.
18. Koskimaa, H. M. (2012). Human Papillomavirus Genotypes Present in the Oral Mucosa of Newborns and Their Concordance with Maternal Cervical Human Papillomavirus Genotypes. *J Pediatr*, (5), 837-843.
19. Ohta, S. (2015). Molecular hydrogen as a novel antioxidant: Overview of the advantages of hydrogen for medical applications. *Methods in Enzymology*, (555), 289-317.

Информация об авторах:

М. Н. Иващенко – кандидат биологических наук, доцент;
А. В. Дерюгина – доктор биологических наук, доцент;
А. А. Белов – кандидат биологических наук, доцент;
М. И. Латушко – кандидат технических наук;
А. П. Еремин – кандидат ветеринарных наук, доцент.

Information about the authors:

M. N. Ivashchenko – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
A. V. Deryugina – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor;
A. A. Belov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
M. I. Latushko – Candidate of Technical Sciences;
A. P. Eremin – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.01.2025; одобрена после рецензирования 21.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 17.01.2025; approved after reviewing 21.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 57:579:579.6:579.62

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-71-78

ОПТИМИЗАЦИЯ МИКРОФЛОРЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА МОЛОДНЯКА ОВЕЦ ПОСРЕДСТВОМ *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS*

Галина Васильевна Молянова^{1✉}, Владимир Викторович Ермаков¹

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹molyanova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>

²vladimir_21_2010@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6683-0512>

Резюме. Целью исследования является оптимизация микрофлоры желудочно-кишечного тракта молодняка овец посредством применения пробиотика на основе сапрофитных бациллообразующих бактерий *Bacillus amyloliquefaciens*. Новый пробиотик построен на основе живых бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-11475 в концентрации 4×10^9 КОЕ в форме суспензии. Исследования проводили на молодняке овец куйбышевской породы. Опытным животным к основному рациону дополнительно давали споробактерин и новый пробиотик на основе *Bacillus amyloliquefaciens*. Дополнение к основному рациону споробактерина и пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* оказало выраженный положительный эффект на овец с рождения и до достижения 180 дневного возраста. Популяция полезных микробов в желудочно-кишечном тракте молодняка овец энтерококков, бифидобактерий, лактобацилл, бацилл *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens* как в количественном выражении, так и в функциональном плане была у опытных животных оптимальной и конкурентно способной. При этом зафиксировано, что применение пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* показало наилучший эффект.

Ключевые слова: молодняк овец, микробы, микрофлора, бациллы, микрофлора, *Bacillus amyloliquefaciens*.

Для цитирования: Молянова Г. В., Ермаков В. В. Оптимизация микрофлоры желудочно-кишечного тракта молодняка овец посредством *Bacillus amyloliquefaciens* // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 71-78. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-71-78

Original article

OPTIMIZATION OF THE MICROFLORA OF THE GASTROINTESTINAL TRACT OF YOUNG SHEEP BY *BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS*

Galina V. Molyanova^{1✉}, Vladimir V. Ermakov¹

^{1,2} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹molyanova@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1325-6809>

²vladimir_21_2010@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6683-0512>

Abstract. The aim of the study is to optimize the microflora of the gastrointestinal tract of young sheep by using a probiotic based on saprophytic *Bacillus amyloliquefaciens* *Bacillus* *Bacillus*. The new probiotic is based on the live bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* VKPM B-11475 at a concentration of 4×10^9 CFU in suspension form. The research was carried out on young sheep of the Kuibyshev breed. The experimental animals were supplemented with sporobacterin and a new probiotic based on *Bacillus amyloliquefaciens*. The addition of sporobacterin and a probiotic based on *Bacillus amyloliquefaciens* to the basic diet had a pronounced positive effect on sheep from birth to the age of 180 days. The population of beneficial microbes in the gastrointestinal tract of young sheep, enterococcus, bifidobacteria, lactobacilli, *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens*, both quantitatively and functionally, was optimal and competitively capable in experimental animals. At the same time, it was found that the use of a probiotic based on *Bacillus amyloliquefaciens* showed the best effect.

Keywords: young sheep, microbes, microflora, bacilli, microflora, *Bacillus amyloliquefaciens*.

For citation: Molyanova, G. V. & Ermakov, V. V. (2025). Optimization of the microflora of the gastrointestinal tract of young sheep using *Bacillus amyloliquefaciens* // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (*Bulletin Samara State Agricultural Academy*), 10, 1, 71-78 (in Russ). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-71-78

Сегодня известно, что долголетие и высокая продуктивность животных основаны на постоянстве и функциональной деятельности полезной микрофлоры. Одним из компонентов нормофлоры организма животных и человека являются сапрофитные бациллы. Среди них большую пользу организму приносят бациллы, широко распространенные в окружающей среде [1, 2, 4]. Бациллы сапрофиты используются в производстве препаратов для

медицины, ветеринарии, животноводства и растениеводства. В линейке подобных препаратов особое место занимают средства на основе *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens* [5, 11].

Сапрофитные бациллы наряду с энтерококками выполняют особо важную роль в организме человека и животных. Бациллы способствуют активации биологических свойств антагонистически активных бифидобактерий, лактобацилл и энтерококков [8, 11].

Зафиксировано видовое многообразие культур энтерококков, выделенных из кишечной микрофлоры животных, среди них *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* и другие виды. Энтерококки обладают факторами персистенции. Существенный вклад в длительное переживание в организме хозяина бактерий, колонизирующих слизистые оболочки вносят антилизоцимная, антикарнозиновая активность и способность к биопленкообразованию. Микробная биопленка является важным фактором сохранения нормофлоры при осуществлении ею колонизационной резистентности различных биотопов организма хозяина [10, 12, 13].

Энтерококки обладают выраженной протеолитической и антагонистической активностью [10, 12]. Основными продуцентами протеолитических ферментов являются бактерии рода *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и некоторые другие молочнокислые микробы [10, 13].

Некоторые виды бактерий рода *Bacillus*, такие как *Bacillus amyloliquefaciens*, обладают выраженной антибактериальной, противогрибковой, антиоксидантной активностью, поскольку продуцируют антимикробные метаболиты и широко распространены в окружающей среде [6, 8, 11].

В связи с вышеобозначенным, изучение применения в овцеводстве пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* является особо актуальной темой.

Цель исследований — оптимизация микрофлоры желудочно-кишечного тракта молодняка овец посредством применения пробиотика на основе сапрофитных бациллообразующих бактерий *Bacillus amyloliquefaciens*.

Исходя из цели исследований, были поставлены следующие **задачи** — выявление и определение принадлежности микрофлоры желудочно-кишечного тракта; анализ морфологических, тинкториальных, культуральных, биохимических, серологических свойств микробов; определение факторов патогенности и персистенции микробов.

Материал и методы исследований. В процессе исследований применялись два микробиологических препарата. Споробактерин состоит из биомассы живых бацилл *Bacillus subtilis* 534 в концентрации 1×10^9 КОЕ (колониеобразующие единицы) в форме суспензии. Препарат применяется для профилактики и лечения бактериальные кишечные инфекции, а также для профилактики и лечения осложнений, вызываемых патогенными и условно-патогенными микроорганизмами.

Новый пробиотик построен на основе живых бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-11475 в концентрации 4×10^9 КОЕ в форме суспензии. Препарат оказывает антагонистическое действие в отношении бактериальных и грибных фитопатогенов [6, 7, 8].

Исследования проводили в условиях ООО «Агростар» Похвистневского района Самарской области на молодняке овец куйбышевской породы. Животные были подобраны по принципу пар аналогов по 20 голов в группе. Всего было сформировано три группы животных. Первая группа включала контрольных животных. Вторая группа состояла из опытных животных, которым применяли споробактерин в форме суспензии в дозе 1 мл на голову в сутки. В третьей группе находились опытные животные, которым давали новый пробиотик на основе *Bacillus amyloliquefaciens* в форме суспензии в дозе 1 мл на голову в сутки. Все животные находились в одинаковых условиях содержания и кормления. Работу с животными вели в следующие возрастные периоды: в первый день жизни, а далее ежемесячно по достижению животными годовалого возраста.

Материалом для исследований служили фекалии животных. Фекалии использовали для подготовки микробной суспензии. Образцы суспензии с помощью г-образного шпателя высевали на дифференциально-диагностические и селективно-селективные микробиологические среды, в том числе на модифицированный нами лактозный агар Дригальского [3, 9]. Среда с посевным материалом в специальном оборудовании при определенном режиме держали 48-72 часа. Культуры микробов в чистом виде идентифицировали согласно морфологическим, тинкториальным, культуральным, биохимическим, серологическим свойствам. Изучение факторов патогенности и персистенции микробов осуществляли узаконенными методами. Подсчет количества выросших колоний микробов проводили общепринятым методом на специализированном приборе счёта бактерий.

Выявление факторов патогенности и персистенции микроорганизмов осуществляли общепринятыми методами. Антилизоцимную и антикарнозиновую активность определяли фотометрическим методом. Способность микроорганизмов к образованию биоплёнок выявляли по степени связывания микроорганизмами кристаллического фиолетового в полистироловых планшетах.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью специальных компьютерных программ.

Результаты исследований. Микробы поступают в организм животного с первых минут жизни. В последующем под влиянием многочисленных факторов окружающей среды микрофлора претерпевает видоизменения, проходя этапы формирования и обретая окончательно сформировавшуюся по видовому и количественному составу жизненно необходимую для организма микробиоту. В наших исследованиях выявлено, что основными представителями номофлоры желудочно-кишечного тракта молодняка овец являются энтерококки, бифидобактерии, лактобациллы, энтеробактерии и бациллы, выполняющие многочисленные важные функции в организме животного (табл. 1). При этом патогенных представителей микробного мира в наших исследованиях не было выявлено. Динамика изменения количественного состава микробов обусловлена видовой принадлежностью, спецификой роста и развития организма животного. Количество полезных микробов у молодняка овец возрастает до 180 дня жизни и затем остается стабильным. Дополнение основного рациона молодняка овец споробактерином и пробиотиком на основе *Bacillus amyloliquefaciens* оказывает положительное влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта овец. Их применение позволяет повысить количество энтерококков, бифидобактерий, лактобацилл, энтеробактерий, *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens*. Наибольший эффект был получен от использования пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens*, обладающим целым рядом полезных свойств. Это, прежде всего антагонистическая и литическая, антиоксидантная активность в отношении патогенных микробов, помимо всего это и способность синтезировать полезные биоактивные соединения.

Таблица 1

Микробы желудочно-кишечного тракта молодняка овец

Виды микробов	Возраст, сутки	Группа животных/Количество микробов, 10 ⁿ		
		Контрольная	Первая опытная	Вторая опытная
<i>Enterococcus faecium</i>	30	3,87×10 ⁸ ±0,12	7,30×10 ⁸ ±0,09	4,89×10 ⁸ ±0,11
	180	3,99×10 ⁸ ±0,13	7,45×10 ⁸ ±0,10	4,99×10 ⁸ ±0,08
<i>Enterococcus faecalis</i>	30	4,49×10 ⁸ ±0,21	7,37×10 ⁸ ±0,13	5,38×10 ⁸ ±0,11
	180	4,62×10 ⁸ ±0,14	7,52×10 ⁸ ±0,09	5,49×10 ⁸ ±0,12
<i>Enterococcus flavescens</i>	30	1,17×10 ⁸ ±0,04	2,76×10 ⁸ ±0,05	1,47×10 ⁸ ±0,05
	180	1,20×10 ⁸ ±0,05	2,81×10 ⁸ ±0,04	1,50×10 ⁸ ±0,03
<i>Enterococcus casseliflavus</i>	30	0,64×10 ⁸ ±0,04	0,78×10 ⁸ ±0,08	0,97×10 ⁸ ±0,09
	180	0,74×10 ⁸ ±0,02	0,96×10 ⁸ ±0,009	1,08×10 ⁸ ±0,05
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	30	4,38×10 ¹⁰ ±0,13	5,41×10 ¹⁰ ±0,21	5,47×10 ¹⁰ ±0,16
	180	4,44×10 ¹⁰ ±0,15	5,60×10 ¹⁰ ±0,37	5,58×10 ¹⁰ ±0,15
<i>Bifidobacterium thermophilum</i>	30	4,47×10 ¹⁰ ±0,11	5,16×10 ¹⁰ ±0,11	5,22×10 ¹⁰ ±0,12
	180	4,60×10 ¹⁰ ±0,12	5,34×10 ¹⁰ ±0,17	5,33×10 ¹⁰ ±0,21
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	30	4,53×10 ¹⁰ ±0,21	5,44×10 ¹⁰ ±0,13	5,95×10 ¹⁰ ±0,14
	180	4,67×10 ¹⁰ ±0,14	4,61×10 ¹⁰ ±0,11	4,05×10 ¹⁰ ±0,09
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	30	4,06×10 ¹⁰ ±0,12	5,27×10 ¹⁰ ±0,12	5,22×10 ¹⁰ ±0,16
	180	4,53×10 ¹⁰ ±0,09	5,43×10 ¹⁰ ±0,15	5,33×10 ¹⁰ ±0,11
<i>Escherichia coli</i>	30	7,32×10 ⁶ ±0,20	5,78×10 ⁶ ±0,13	6,77×10 ⁶ ±0,22
	180	6,29×10 ⁶ ±0,32	4,89×10 ⁶ ±0,25	5,93×10 ⁶ ±0,31
<i>Serratia marcescens</i>	30	2,38×10 ⁴ ±0,10	2,53×10 ⁴ ±0,14	3,44×10 ⁴ ±0,18
	180	2,54×10 ⁴ ±0,12	2,78×10 ⁴ ±0,16	3,82×10 ⁴ ±0,22
<i>Citrobacter freundii</i>	30	2,28×10 ⁴ ±0,09	2,64×10 ⁴ ±0,10	2,68×10 ⁴ ±0,14
	180	2,34×10 ⁴ ±0,14	3,18×10 ⁴ ±0,18	4,06×10 ⁴ ±0,16
<i>Enterobacter cloacae</i>	30	5,08×10 ⁴ ±0,16	4,36×10 ⁴ ±0,18	4,08×10 ⁴ ±0,12
	180	6,18×10 ⁴ ±0,32	5,12×10 ⁴ ±0,20	4,16×10 ⁴ ±0,14
<i>Erwinia amylovora</i>	30	3,10×10 ⁴ ±0,12	3,12×10 ⁴ ±0,16	2,28×10 ⁴ ±0,14
	180	3,84×10 ⁴ ±0,06	4,62×10 ⁴ ±0,24	3,42×10 ⁴ ±0,08
<i>Bacillus subtilis</i>	30	2,15×10 ⁴ ±0,08	3,44×10 ⁴ ±0,22	4,62×10 ⁴ ±0,36
	180	2,84×10 ⁴ ±0,06	4,72×10 ⁴ ±0,14	3,46×10 ⁴ ±0,10
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	30	0,32×10 ⁴ ±0,04	1,14×10 ⁴ ±0,08	3,88×10 ⁴ ±0,14
	180	0,38×10 ⁴ ±0,02	0,84×10 ⁴ ±0,06	5,12×10 ⁴ ±0,18
<i>Bacillus mycoides</i>	30	0,26×10 ⁴ ±0,06	0,62×10 ⁴ ±0,08	0,32×10 ⁴ ±0,04
	180	1,12×10 ⁴ ±0,08	0,68×10 ⁴ ±0,06	0,44×10 ⁴ ±0,06
<i>Bacillus cereus</i>	30	0,34×10 ⁴ ±0,04	0,56×10 ⁴ ±0,06	0,46×10 ⁴ ±0,08
	180	0,48×10 ⁴ ±0,03	0,42×10 ⁴ ±0,05	0,52×10 ⁴ ±0,10

В ходе всей жизни с грубыми и сочными кормами овцы потребляют большое количество спор и клеток мицелия почвенных грибов, многие из которых способны синтезировать различные микотоксины. В ходе исследований установлено наличие в желудочно-кишечном тракте молодняка овец спор и клеток мицелия грибов рода

Penicillium, *Aspergillus* и *Mucor* (табл. 2). Благодаря выраженному противогрибковому действию введение в организм молодняка овец *Bacillus subtilis* и особенно *Bacillus amyloliquefaciens* позволило существенно снизить количество грибов в желудочно-кишечном тракте животных опытных групп.

Таблица 2

Грибы в желудочно-кишечном тракте молодняка овец

Виды микробов	Возраст, сутки	Группа животных/ Количество микробов, 10 ⁿ		
		Контрольная	Первая опытная	Вторая опытная
<i>Penicillium notatum</i>	30	5,06×10 ² ±0,08	2,14×10 ² ±0,06	1,06×10 ² ±0,02
	180	7,42×10 ² ±0,12	3,08×10 ² ±0,05	0,82×10 ² ±0,06
<i>Aspergillus niger</i>	30	6,18×10 ² ±0,14	2,36×10 ² ±0,10	0,44×10 ² ±0,08
	180	6,74×10 ² ±0,18	2,68×10 ² ±0,14	0,38×10 ² ±0,12
<i>Mucor racemosus</i>	30	0,82×10 ² ±0,06	0,56×10 ² ±0,04	0,24×10 ² ±0,02
	180	1,38×10 ² ±0,05	0,66×10 ² ±0,07	0,14×10 ² ±0,02

Синтез протеолитических ферментов энтерококками, бифидобактериями, лактобациллами, бациллами *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens* позволяет этим микробам проявлять высокую антагонистическую активность в отношении патогенных бактерий и грибов. Это позволяет сохранять полезную микрофлору, поддерживать активный метаболизм, постоянство внутренней среды организма, рост и развитие животных. Наибольшая протеолитическая активность в наших исследованиях зафиксирована в опытных группах животных, особенно при даче пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* (табл. 3).

Таблица 3

Протеолитическая активность микробов

Виды микробов	Возраст, сутки	Группа животных/протеолитическая активность, мг×мл/мин		
		Контрольная	Первая опытная	Вторая опытная
<i>Enterococcus faecium</i>	30	0,48±0,004	0,54±0,003	0,66±0,004
	180	0,54±0,003	0,62±0,004	0,88±0,005
<i>Enterococcus faecalis</i>	30	0,52±0,002	0,74±0,006	0,92±0,008
	180	0,62±0,003	0,78±0,004	1,08±0,006
<i>Enterococcus flavescens</i>	30	0,36±0,002	0,44±0,006	0,62±0,004
	180	0,44±0,004	0,62±0,008	0,80±0,006
<i>Enterococcus casseliflavus</i>	30	0,28±0,002	0,34±0,006	0,44±0,009
	180	0,32±0,003	0,46±0,005	0,52±0,005
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	30	0,36±0,002	0,62±0,006	0,78±0,006
	180	0,44±0,004	0,74±0,008	0,92±0,008
<i>Bifidobacterium thermophilum</i>	30	0,38±0,002	0,44±0,005	0,64±0,003
	180	0,52±0,006	0,68±0,003	0,84±0,007
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	30	0,74±0,004	0,82±0,006	1,12±0,004
	180	0,92±0,005	1,18±0,008	1,48±0,005
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	30	0,88±0,003	0,96±0,007	2,08±0,012
	180	0,96±0,004	1,20±0,012	1,68±0,009
<i>Escherichia coli</i>	30	0,68±0,006	0,74±0,010	1,92±0,008
	180	0,76±0,003	0,86±0,008	0,94±0,005
<i>Bacillus subtilis</i>	30	0,88±0,008	0,96±0,005	0,98±0,005
	180	0,94±0,007	1,12±0,010	1,46±0,016
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	30	0,75±0,005	0,84±0,014	1,68±0,012
	180	0,96±0,006	1,24±0,008	1,72±0,013
<i>Bacillus mycoides</i>	30	0,70±0,004	0,87±0,010	1,98±0,018
	180	0,76±0,003	0,98±0,006	2,12±0,015
<i>Bacillus cereus</i>	30	0,92±0,004	1,16±0,014	2,48±0,013
	180	1,08±0,002	1,34±0,016	2,78±0,017

Энтерококки, бифидобактерии, лактобациллы, бациллы *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens* обладают антилизотимной активностью, что позволяет им сохранить свою популяцию в неблагоприятных для них условиях желудочно-кишечного тракта. В наших исследованиях определено, что наибольшие показатели антилизотимной активности наблюдались у данных микробов у животных опытных групп (табл. 4). Дополнение основного рациона молодняка овец пробиотиком на основе *Bacillus amyloliquefaciens* позволяет получить наибольшие значения показателей антилизотимной активности у полезной микрофлоры, что позволяет ей проявлять конкурентное преимущество перед патогенными и менее полезными микробами.

Таблица 4

Антилизоцимная активность микробов

Виды микробов	Возраст, сутки	Группа животных/антилизоцимная активность, мкг/мл ед		
		Контрольная	Первая опытная	Вторая опытная
Enterococcus faecium	30	2,32±0,016	2,46±0,018	2,68±0,020
	180	2,44±0,012	2,58±0,020	2,84±0,022
Enterococcus faecalis	30	2,18±0,014	2,62±0,024	3,18±0,024
	180	2,32±0,015	2,88±0,028	3,42±0,028
Enterococcus flavescens	30	1,34±0,012	1,64±0,016	2,08±0,018
	180	1,48±0,014	1,86±0,014	2,16±0,016
Enterococcus casseliflavus	30	1,08±0,010	1,12±0,008	2,22±0,014
	180	1,12±0,008	1,24±0,006	2,48±0,018
Bifidobacterium bifidum	30	2,24±0,012	2,38±0,007	2,54±0,018
	180	2,36±0,014	2,74±0,009	3,02±0,020
Bifidobacterium thermophilum	30	2,12±0,016	2,44±0,007	2,68±0,015
	180	2,44±0,018	2,60±0,008	2,74±0,017
Lactobacillus delbrueckii	30	2,36±0,012	2,44±0,006	2,60±0,016
	180	2,48±0,016	2,66±0,008	2,86±0,018
Lactobacillus acidophilus	30	2,08±0,010	2,14±0,009	2,68±0,014
	180	2,26±0,014	2,78±0,012	3,34±0,022
Escherichia coli	30	3,48±0,016	3,08±0,006	3,12±0,018
	180	4,32±0,032	3,12±0,008	3,28±0,026
Bacillus subtilis	30	3,62±0,012	3,84±0,004	3,98±0,024
	180	3,74±0,016	4,06±0,012	3,88±0,022
Bacillus amyloliquefaciens	30	4,08±0,020	4,16±0,010	4,10±0,018
	180	4,42±0,026	4,74±0,014	4,68±0,012
Bacillus mycoides	30	4,18±0,018	4,32±0,016	3,18±0,026
	180	4,30±0,020	4,70±0,018	3,62±0,018
Bacillus cereus	30	4,64±0,024	4,84±0,014	3,44±0,015
	180	4,82±0,003	5,13±0,017	3,62±0,019

Защитить себя и сохранить свою популяцию в желудочно-кишечном тракте полезным микробам позволяет не только антилизоцимная, но и антикарнозиновая активность. Дополнение основного рациона молодняка овец пробиотиками способствовало получению более высоких показателей антикарнозиновой активности у полезных микробов животных опытных групп (табл. 5). Оптимальный эффект в этом отношении был получен от применения пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens*.

Таблица 5

Антикарнозиновая активность микробов

Виды микробов	Возраст, сутки	Группа животных/антикарнозиновая активность, мг/мл		
		Контрольная	Первая опытная	Вторая опытная
1	2	3	4	5
Enterococcus faecium	30	2,64±0,014	2,83±0,016	3,04±0,018
	180	2,76±0,013	2,88±0,022	3,14±0,016
Enterococcus faecalis	30	2,44±0,012	2,65±0,016	2,96±0,020
	180	2,60±0,014	2,84±0,014	3,08±0,022
Enterococcus flavescens	30	1,40±0,008	1,66±0,008	2,06±0,016
	180	1,52±0,010	1,74±0,006	2,18±0,014
Enterococcus casseliflavus	30	1,22±0,006	1,42±0,005	1,74±0,010
	180	1,28±0,007	1,64±0,009	1,88±0,012
Bifidobacterium bifidum	30	2,33±0,013	2,58±0,016	2,74±0,015
	180	2,64±0,016	2,70±0,020	2,86±0,013
Bifidobacterium thermophilum	30	2,40±0,018	2,56±0,018	2,65±0,018
	180	2,68±0,014	2,88±0,022	3,10±0,016
Lactobacillus delbrueckii	30	2,44±0,015	2,66±0,024	2,84±0,022
	180	2,62±0,018	2,94±0,020	3,38±0,026
Lactobacillus acidophilus	30	2,54±0,024	2,68±0,017	2,94±0,030
	180	2,72±0,026	2,73±0,023	3,62±0,036

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
Escherichia coli	30	3,12±0,022	3,42±0,033	3,24±0,023
	180	3,84±0,040	4,18±0,040	4,06±0,027
Bacillus subtilis	30	3,72±0,033	4,32±0,046	4,12±0,030
	180	3,80±0,036	4,64±0,052	4,70±0,026
Bacillus amyloliquefaciens	30	4,12±0,018	4,34±0,028	4,46±0,022
	180	4,28±0,016	4,52±0,017	4,52±0,030
Bacillus mycoides	30	4,34±0,017	4,58±0,021	4,38±0,027
	180	4,64±0,024	4,72±0,026	4,68±0,025
Bacillus cereus	30	4,78±0,028	5,12±0,036	4,80±0,018
	180	4,86±0,034	5,26±0,034	5,02±0,030

Микробы, чтобы закрепиться на определенном участке среды и создать там свою популяцию, которая сможет длительное время жить и функционировать, прибегают к образованию микробных сообществ, в том числе с условно-патогенными микробами, так называемыми биопленками. В результате наших исследований зафиксировано, что более высокие показатели биопленкообразования у полезных микробов наблюдаются в организме опытных животных. Наилучший результат в этом плане получен при использовании пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* (табл. 6).

Таблица 6

Способность создавать биопленки у микробов

Виды микробов	Возраст, сутки	Группа животных/биопленкообразование, %		
		Контрольная	Первая опытная	Вторая опытная
Enterococcus faecium	30	24,36±1,36	26,24±1,82	28,08±3,12
	180	26,30±1,42	28,12±1,60	33,16±3,08
Enterococcus faecalis	30	21,08±1,30	23,18±1,44	27,42±2,88
	180	23,44±1,28	27,32±1,56	30,18±2,92
Enterococcus flavescens	30	19,74±1,42	23,82±1,62	25,62±3,18
	180	22,34±1,54	26,18±1,74	30,42±3,50
Enterococcus casseliflavus	30	18,07±1,12	22,44±1,80	25,72±3,12
	180	20,16±1,44	24,58±1,94	27,84±3,06
Bifidobacterium bifidum	30	32,44±2,08	35,18±1,18	37,48±4,02
	180	35,62±2,64	37,22±1,44	40,16±4,12
Bifidobacterium thermophilum	30	34,16±2,24	36,48±2,08	44,18±4,22
	180	36,12±2,48	40,52±3,12	52,62±4,62
Lactobacillus delbrueckii	30	30,64±2,64	33,08±2,66	56,74±5,16
	180	34,72±3,08	35,46±2,24	58,12±6,08
Lactobacillus acidophilus	30	35,82±2,84	37,50±2,70	54,16±6,24
	180	37,14±3,52	39,82±3,18	56,18±6,84
Escherichia coli	30	38,44±3,62	41,54±3,62	46,32±4,18
	180	43,52±4,08	45,15±3,40	48,24±3,88
Bacillus subtilis	30	36,12±2,44	38,56±2,62	40,28±4,32
	180	40,48±2,63	44,13±2,80	49,12±4,83
Bacillus amyloliquefaciens	30	38,44±2,52	41,53±2,12	55,70±4,66
	180	41,12±2,72	44,80±4,18	59,22±4,15
Bacillus mycoides	30	30,16±2,26	33,06±2,24	37,02±4,33
	180	33,18±3,14	37,18±3,85	39,15±4,72
Bacillus cereus	30	34,42±1,88	34,16±4,02	35,13±3,92
	180	36,72±2,26	39,80±4,16	41,04±4,07

Заключение. Дополнение к основному рациону споробактерина и пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* оказало выраженный положительный эффект на овец с рождения и по достижению 180 дневного возраста. Популяция полезных микробов в желудочно-кишечном тракте молодняка овец энтерококков, бифидобактерий, лактобацилл, бацилл *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens* как в количественном выражении, так и в функциональном плане была у опытных животных наиболее оптимальной и конкурентно способной. При этом зафиксировано, что применение пробиотика на основе *Bacillus amyloliquefaciens* дало наилучший эффект.

Список источников

1. Васильев Н. В. Профилактические мероприятия эшерихиоза молодняка крупного рогатого скота в Ставропольском крае: автореф. диссертации ... кандидата ветеринарных наук: 06.02.02 / Васильев Никита Владимирович. Ставрополь, 2017. 22 с. EDN: ZQEPOR
2. Габидуллин Ю. З. Особенности некоторых свойств, определяющих патогенный потенциал сокультивируемых вариаций бактерий *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*, *E. coli*, *Proteus*: автореф. дис. ... д-ра медицинских наук: 03.02.03 / Габидуллин Юлай Зайнуллович. Юж.-Ур. гос. мед. ун-т. Челябинск, 2015. 22 с. EDN: ZPWLXX
3. Ермаков В. В. Совершенствование рецептуры питательной среды лактозного агара Дригальского: монография / В.В. Ермаков. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. 143с. EDN: DHLVGX
4. Калашникова В. А., Султанова О. А. Мониторинг кишечных заболеваний и анализ спектра кишечной микрофлоры у обезьян // Ветеринария и кормление. 2018. № 1. С. 37-39. EDN: YQVLTS
5. Лукьянчикова Е., Шеламова С. Оптимизация микрофлоры кишечника – путь к повышению продуктивности // Свиноводство. 2016. № 3. С. 65-67. EDN: VVWPAP
6. Молянова Г.В., Семкина О.В., Статенко Б.И., Винокурова А.П. Биохимические параметры крови козлят зааненской породы при применении препарата на основе *Bacillus amyloliquefaciens* // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 79-86. DOI: 10.55170/19973225 EDN: HZLFJN
7. Молянова Г. В., Ермаков В. В., Акулова И. А. Действие экспериментального синбиотика БЛЭД-1 в комплексе с ди-гидрокверцетином на микрофлору кишечника служебных собак // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. С. 70-77. DOI: 10.12737/issn.1997-3225 EDN: CAGPRQ
8. Молянова Г. В., Ермаков В. В., Семкина О. В., Винокурова А. П. Воздействие *Bacillus amyloliquefaciens* на организм коз // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3 (75). С. 101-107. DOI: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-101-107 EDN: GMIJYL
9. Патент № 163081 Российская Федерация, МПК C12M 1/14, A 61B 10/02 Одноразовый стерильный микробиологический г-образный шпатель / Ермаков В.В. № 2016100537/14; заявл.11.01.2016; опубл.10.07.2016, Бюл. № 19.
10. Пашкова Т. М. Роль факторов персистенции условно-патогенных микроорганизмов в инфекционном процессе: автореф. дис. ... доктора биологических наук: 06.02.02 / Пашкова Татьяна Михайловна. Уфа, 2018. 44 с. EDN: TYURDK
11. Самойленко В. С., Ожередова Н. А., Светлакова Е. В. Влияние опытного образца синбиотического средства на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта телят в раннем постнатальном онтогенезе // Ветеринарная патология. 2021. № 2 (76). С. 53-58. DOI: 10.25690/VETPAT.2021.38.70.009 EDN: QDAUWL
12. Сычева М. В. Биологические эффекты антимикробных веществ животного и бактериального происхождения: автореф. дис. ... доктора биологических наук: 06.02.02 / Сычева Мария Викторовна. Уфа, 2016. 48 с. EDN: THHWNF
13. Щепитова Н. Е., Сычева М. В., Карташова О. Л. Биологические свойства антагонистически активных энтерококков кишечной микрофлоры животных // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 13 (174). С. 134-138. EDN: TUVJHN

References

1. Vasiliev, N. V. (2017). *Preventive measures of escherichiosis of young cattle in the Stavropol territory* (Doctoral dissertation, Nikita V. Vasiliev). (in Russ.).
2. Gabidullin, Yu. Z. (2015). *Features of some properties that determine the pathogenic potential of co-cultured varieties of Enterobacter, Citrobacter, Serratia, E. Coli, Proteus* (Doctoral dissertation, South-Ural State Medical University). un-t). (in Russ.).
3. Ermakov, V. V. (2022). *Improving the formulation of the nutrient medium of Drygalsky lactose agar*: Kinel: PC Samara SSAU. (in Russ.).
4. Kalashnikova, V. A., & Sultanova, O. A. (2018). Monitoring of intestinal diseases and analysis of the spectrum of intestinal microflora in monkeys. *Veterinary Medicine and Feeding*, (1), 37-39. (in Russ.).
5. Lukyanchikova, E., & Shelamov, S. (2016). Optimization of the intestinal microflora is the way to increase productivity. *Pig farming*, (3), 65-67. (in Russ.).
6. Molyanova, G. V., Semkina, O. V., Statenko, B. I., & Vinokurova, A. P. (2023). Biochemical parameters of the blood of zaanen goats when using a preparation based on bacillus amyloliquefaciens. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), (4), 79-86. (in Russ.).
7. Molyanova, G. V., Ermakov, V. V. & Akulova, I.A. (2029). The effect of the experimental synbiotic BLED-1 in combination with dihydroquercetin on the intestinal microflora of service dogs // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 3. 70-77. (in Russ.).
8. Molyanova, G. V., Ermakov, V. V., Semkina, O. V. & Vinokurova, A. P. (2024). The effect of Bacillus amyloliquefaciens on the body of goats // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 3 (75). 101-107. (in Russ.).
9. Patent No. 163081 Russian Federation, IPC C12M 1/14, A 61B 10/02 Disposable sterile microbiological L-shaped spatula / Ermakov V.V. No. 2016100537/14; declared. 11.01.2016; published. 10.07.2016, Bull. No. 19. (in Russ.).
10. Pashkova, T. M. (2018). The role of persistence factors of opportunistic microorganisms in the infectious process: author's abstract. dis. ... Doctor of Biological Sciences: 06.02.02 / Pashkova Tatyana Mikhailovna, Ufa, 44 p. (in Russ.).

11. Samoylenko, V. S., Ozheredova, N. A., & Svetlakova, E. V. (2021). Influence of the synbiotic prototype on the microbio-cenosis of the gastrointestinal tract of calves in early postnatal ontogenesis. *Veterinary pathology*, (2 (76)), 53-58. (in Russ.).
12. Sycheva, M. V. (2014). Biological effects of antimicrobial substances of animal and bacterial origin: author's abstract. dis. ... Doctor of Biological Sciences: 06.02.02 / Sycheva Maria Viktorovna. Ufa, 48 p. (in Russ.).
13. Shchepitova, N. E., Sycheva, M. V., & Kartashova, O. L. (2014). Biological properties of antagonistically active entero-cocci of the intestinal microflora of animals. *Bulletin of the Orenburg State University*, (13 (174)), 134-138. (in Russ.).

Информация об авторах

Г. В. Молянова — доктор биологических наук, профессор;

В. В. Ермаков — кандидат биологических наук, доцент.

Information about the authors

G. V. Molyanova — Doctor of Biological Sciences, Professor;

V. V. Ermakov — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 9.02.2025; одобрена после рецензирования 28.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 9.02.2025; approved after reviewing 28.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 619:616-006.311:636.7

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-79-85

ЭЛЕКТРОХИМИОТЕРАПИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГЕАНГИОСАРКОМЫ У СОБАКИ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)**Виктор Валентинович Гречко^{1✉}, Дмитрий Константинович Овчинников²**^{1,2} Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия¹ vg_1988@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7980-8739>² biolog-ivm@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0077-1860>

Резюме. В статье описан клинический случай лечения гемангиосаркомы у собаки породы лабрадор в возрасте 7 лет, местного контроля опухоли с помощью применения внутривенного введения блеомицина и последующей электропорацией опухоли, а также сочетанное введение кальция глюконата непосредственно в область опухолевого узла. Гемангиосаркома – злокачественная опухоль, достаточно часто встречается у собак в среднем и старшем возрасте. Наиболее предрасположены к данному заболеванию собаки пород лабрадоры, немецкие овчарки и ретриверы. Причины возникновения выявленного онкологического заболевания пока еще не известны, но можно с уверенностью сказать, что основными органами, которые поражаются у животного чаще, являются селезенка, правое предсердие, кожа и подкожная клетчатка, сальник, брыжейка, печень. У 25% собак с опухолью селезенки поражается сердце. Опухоли, затрагивающие только эпителий кожи, условно злокачественные. Реже – легкие, почки, ротовая полость, мышцы, кости, мочевой пузырь, левый желудочек, надпочечники, мозг, диафрагма, брюшина, лимфоузлы, язык и пальцы. Гемангиосаркома – высокоагрессивная опухоль, метастазирует гематогенно или имплантационно. Собаки без лечения живут до 3 месяцев, с лечением – до 6 месяцев, 10% больных переживают год. Наряду с методикой лечения гемангиосаркомы описан и процесс диагностики, т.к. основная проблема – это дифференцировать гематому – гемангиому – гемангиосаркому. Сложность заключается в том, что цитологическое исследование малоинформативно из-за разбавления образца кровью, а тонкоигольная аспирационная биопсия часто дает ложноотрицательные результаты, так как внутри опухоли имеются обширные зоны гематом и нормальных кровеносных сосудов. В результате исследований, благодаря применению процедуры электрохимиотерапии «Блеомецин» и электропорации глюконатом кальция авторам уменьшить объем опухолевых масс на 70%.

Ключевые слова: гемангиосаркома, диагностика, лечение, электрохимиотерапия, блеомицин, собака

Для цитирования: Гречко В. В., Овчинников Д. К. Электрохимиотерапия при лечении гемангиосаркомы у собаки (клинический случай) // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 79-85.

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-79-85

Original article

ELECTROCHEMOTHERAPY IN THE TREATMENT OF HEMANGIOSARCOMA IN DOGS (CLINICAL CASE)**Viktor V. Grechko^{1✉}, Dmitry K. Ovchinnikov²**^{1,2} Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia¹ vg_1988@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7980-8739>² biolog-ivm@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0077-1860>

Abstract. The article describes a clinical case of hemangiosarcoma treatment in a 7-year-old Labrador dog, local tumor control using intravenous bleomycin and subsequent tumor removal, as well as combined administration of calcium gluconate directly into the area of the tumor node. Hemangiosarcoma is a malignant tumor that is quite common in dogs in middle and older age. Labradors, German Shepherds, and Retrievers are the most susceptible to this disease. The causes of the identified cancer are not yet known, but it is safe to say that the main organs that are affected more often in an animal are the spleen, right atrium, skin and subcutaneous tissue, omentum, mesentery, liver. In 25% of dogs with a spleen tumor, the heart is affected. Tumors affecting only the epithelium of the skin are conditionally malignant. Less often – lungs, kidneys, mouth, muscles, bones, bladder, left ventricle, adrenal glands, brain, diaphragm, peritoneum, lymph nodes, tongue and fingers. Hemangiosarcoma is a highly aggressive tumor that metastasizes hematogenously or implantationally. Dogs without treatment live up to 3 months, with treatment – up to 6 months, 10% of patients survive a year. Along with the treatment of hemangiosarcoma, the diagnostic process is described, since the main problem is to differentiate hematoma - hemangioma – hemangiosarcoma. The difficulty lies in the fact that cytological examination is uninformative due to dilution of the sample with blood, and fine needle aspiration biopsy often gives false negative results, since there are extensive areas of hematomas and normal blood vessels inside the tumor. As a result of the research, the authors reduced the volume of tumor masses by 70% due to the use of electrochemotherapy procedure "Bleomycin" and electroporation with calcium gluconate.

Keywords: hemangiosarcoma, diagnosis, treatment, electrochemotherapy, bleomycin, dog.

For citation: Grechko, V. V. & Ovchinnikov, D. K. (2025). Electrochemotherapy in the treatment of hemangiosarcoma in dogs (clinical case) // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 79-85 (in Russ). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-79-85

Мякотканые саркомы – это название группы опухолей, происходящих из эмбриональной мезодермы. Иногда эти опухоли называют веретенноклеточными саркомами. Их можно обнаружить в любом участке тела. Чаще всего мягкотканые саркомы поражают подкожную клетчатку, но также могут встречаться в желудочно-кишечном тракте, мышцах, мочеполовой системе. Эти опухоли обычно рассматривают в одной группе, так как они имеют сходное биологическое поведение и прогноз. К ним применяют одинаковые методы лечения. Название каждой конкретной опухоли зависит от клетки ее происхождения, что выявляют путем иммуногистохимического анализа. Если определить клетку-прародительницу невозможно, говорят о недифференцированной саркоме [1, 2].

Гемангиосаркома (HAS, злокачественная гемангиоэпителиома, ангиосаркома) – опухоль, происходящая из эндотелия сосудов. Чаще всего встречается у собак – 5% первичных нежных опухолей, 12-21% всех мезенхимальных опухолей, 2,3-3,6% кожных опухолей, 45-51% опухолей селезенки. У кошек гемангиосаркома встречается реже – 0,5-2% всех опухолей. Возраст больных – средний и старше. Предрасположены ретриверы золотистые и лабрадоры, немецкие овчарки. Самцы болеют чаще. Причинами появления HAS у человека считают отравление диоксидом тория, мышьяком, хлорвинилом, андрогены, облучение грудной полости, у собак – облучение в пренатальный и постнатальный период. Другие причины пока еще не известны. Кожная форма чаще встречается у светлых короткошерстных собак. У собак поражаются - селезенка, правое предсердие, кожа и подкожная клетчатка, печень; реже – легкие, почки, ротовая полость, мышцы, кости, мочевой пузырь, левый желудочек, язык и пальцы [3, 4, 5, 6].

Гемангиосаркома – высокоагрессивная опухоль, метастазирует гематогенно или имплантационно при разрывах. Основные места поражения: печень, сальник, брыжейка и легкие, у 25% собак с опухолью селезенки поражается сердце. Реже опухоль метастазирует в почки, мышцы, брюшину, лимфоузлы, надпочечники, мозг и диафрагму. Самое часто встречающееся метастатическое поражение мозга у собак – именно гемангиосаркома. Опухоли, затрагивающие только эпителий кожи, условно злокачественны [7, 8, 9, 10].

Прогноз в общем неблагоприятный. Собаки без лечения живут до 3 месяцев, с лечением – до 6 месяцев, 10% больных переживают год.

Материалы и методы исследований. Материалом послужило заболевание – гемангиосаркома мягких тканей у собаки породы лабрадор, возраст 7 лет. Для диагностики новообразования использовали цитологический метод диагностики – тонкоигольная аспирационная биопсия окраска Азур-Эозином по Романовскому. Цитологические препараты изучали с помощью светового биологического микроскопа МИКМЕД 5.

Результаты исследований. При первичном приеме хозяин жаловался на болезненность левого слухового прохода, множество выделений и наличие «опарышей» в наружном слуховом проходе, не большой отек морды на одноименной стороне.

В результате осмотра обнаружено гнойно-геморагические выделения, визуализация барабанной перепонки затруднена из-за большого количества личинок мух.

По результатам цитологического исследования: материал обильного цитоза представлен как дегенеративными сегментоядерными нейтрофилами, так и недегенеративными формами. Фагоцитарная активность встречается, т.к. присутствуют множественные макрофаги. Выраженная контаминация клетками периферической крови. Обнаружены клетки лимфоидной ткани разной степени зрелости, как интерпретируемые формы, так и в состоянии разрушения (Рис. 1).

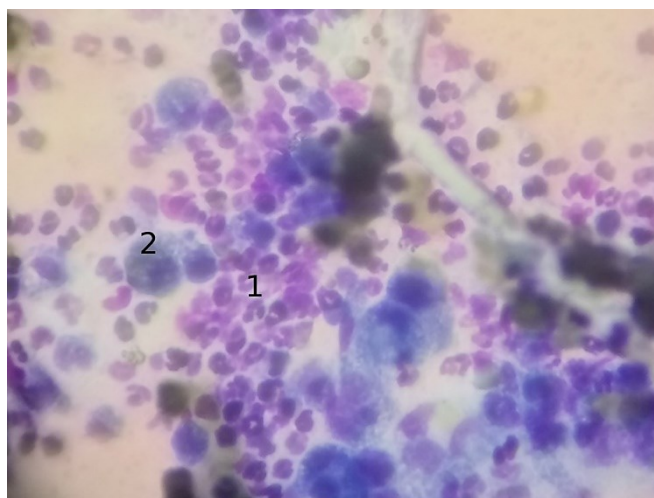


Рис. 1. Мазок отпечаток содержимого наружного слухового прохода, лабрадор, возраст 7 лет, окраска Азур-эозин по Романовскому, увеличение x400:
1 – дегенеративные сегментоядерные нейтрофилы; 2 – макрофаги

По результатам исследования поставлен диагноз: острый гнойный отит и вторичное инфицирование личинками. Назначено следующее лечение: Ухо промывать 2% раствором уксусной кислоты или ПреОтик раз в 7-10 дней в большом количестве. Местные капли Суrolан по 5 капель 2 раза в сутки 10 дней. Системно Кладакса 15 мг/кг 2 раза в сутки. На осмотр через 10 дней, не отменяя лечения.

Через 10 дней отмечается значительное улучшение и заживления наружного слухового прохода, выделений нет, личинок нет, нет неприятного запаха, собака дает пальпировать ухо. Но под ухом отмечается значительное увеличение мягких тканей. При пальпации упругое, умеренно болезненное, горячее. Назначено дополнительное исследование: цитология с отекавших тканей, рентгенологическое исследование.

В результате цитологического исследования в основном образце содержали лишь кровь, и только в одном из 7 образцов картина такая же, как и описана выше при исследовании наружного слухового прохода (Рис. 2).

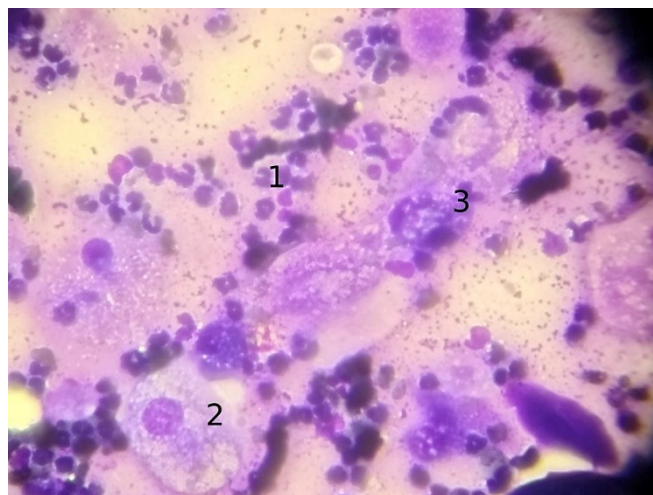


Рис. 2. ТИАБ новообразования основания ушной раковины, лабрадор, возраст 7 лет, окраска Азур-эозин по Романовскому, увеличение x400:
1 – дегенеративные сегментоядерные нейтрофилы; 2 – макрофаги; 3 – фагоцитоз лейкоцитов

По результатам рентгенологического исследования: визуализация объемного мягкотканого новообразования средней рентген плотности в основании левой ушной раковины, не имеющих четких границ размером примерно 90×70 мм; Повышение периостальной реакции ростральной части левой скуловой дуги; минерализация слухового прохода на всем его протяжении; повышение рентген плотности левого барабанного пузыря, что характерно для склероза/кальциноза, не исключен средний отит (Рис. 3).

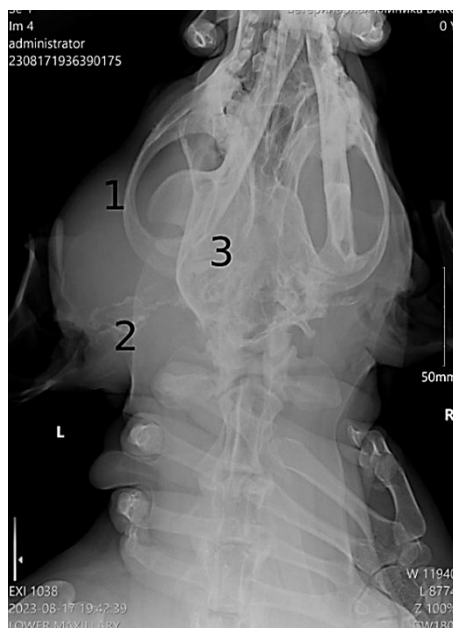


Рис. 3. Рентгенограмма, лабрадор, возраст 7 лет:
1 – мягкотканое новообразование; 2 – минерализация слухового прохода;
3 – повышение рентгенплотности левого барабанного пузыря

Была увеличена доза антибиотика – кладакса 25мг/кг 2 раза в сутки, а также назначен общий и биохимический анализ крови, т.к. собаку стали готовить к промыванию полости среднего уха, а в будущем удаление слухового прохода и буллотомией, после снятия острого воспаления. В связи с тем, что пациент находился на передержке, у куратора не было возможности проходить все обследования, поэтому лечение пациента проводилось вслепую.

В ходе выполнения процедуры невозможно было визуализировать барабанную перепонку что бы ввести за нее катетер для промывания из-за сдавливания прохода опухолевыми массами, поэтому приняли решение опорожнить содержимое опухоли (опухоль заполнена кровью), предполагая, что уменьшится давление на проход и барабанная перепонка будет доступна для манипуляции. После разреза и опорожнения полости, стала доступна пальпации непосредственно сама опухоль, но барабанная перепонка так же не доступна. И кровотечение из разреза не останавливалось, несмотря на применения кровоостанавливающих препаратов (транексановая кислота), гемостатических губок, давящей повязки и холода. Кровотечение из разреза не остановилось и через 4 дня. По результатам цитологии из опухоли: на фоне выраженной гемодилюции, препараты скудного цитоза. Представлены преимущественно клетками следующего морфологического строения: мезенхимальные клетки веретеновидной формы, цитоплазма от большого объема до скудного, соответственно ядерно-цитоплазматическое соотношение от низкого до высокого, множество эозинофильного материала вокруг клеток. Мелкоточечная вакуолизация цитоплазмы. Ядра округлые, овальные, встречаются неправильной формы. Ядра ярко окрашены, крупные с более темными и светлыми ядрышками (Рис. 4, 5).



Рис. 4. ТИАБ новообразования, лабрадор, возраст 7 лет окраска Азур-эозин по Романовскому, увеличение x400:

- 1 – веретенообразные мезенхимальные клетки;
- 2 – ядро с нуклеолами в количестве 4 штуки;
- 3 – разрушенные эритроциты

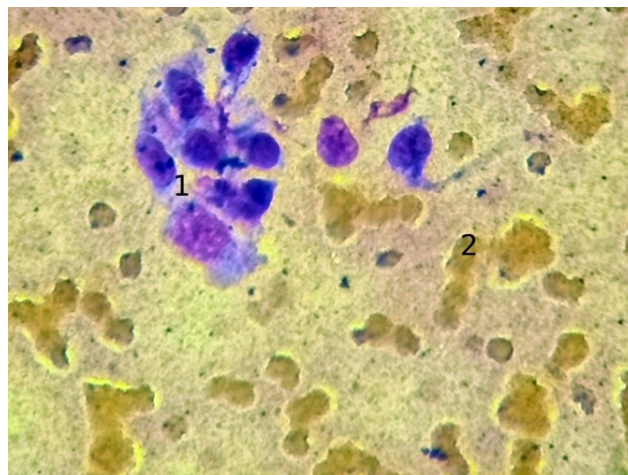


Рис. 5. ТИАБ новообразования, лабрадор, возраст 7 лет окраска Азур-эозин по Романовскому, увеличение x400:

- 1 - веретенообразные мезенхимальные клетки;
- 2 -эритроциты

Критерии злокачественности: Анизоцитоз, анизокариоз, вариации в ядерно-цитоплазматическом соотношении, ядрышки в ядрах, молдинг ядер, двуйдерные клетки.

Делаем заключение, что это саркома мягких тканей (гемангиосаркома - злокачественная опухоль, агрессивная). Для верификации: гистологическое исследование, иммуногистохимия, абдоминальное УЗИ. Лечение: агрессивное хирургическое иссечение 1-2 см свободного края, 1 фасция в глубину, если мышца- ампутация. Химиотерапия при кожных опухолях не рекомендуется. Прогноз неблагоприятный: без лечения до 3-х месяцев, с лечением до 6 месяцев; 10% переживают год.

Из-за невозможности хирургического лечения, был предложен вариант о проведении электрохимиотерапии с помощью препарата «блеомицин» и внутри опухолевое введение электропорация глюконата кальция. В зарубежной литературе описан случай лечения подобного заболевания одной собаки в возрасте 10 лет, продолжительность ответа была 7 месяцев, отмечался частичный ответ и уменьшение объема опухоли на 76,92%.

После премедикации и седации пациента, введен внутривенно в дозе 15 МЕ/м² противоопухолевый антибиотик «блеомицин», а глюконат кальция был введен непосредственно в основание опухоли в объеме 40% от объема опухоли. После поверхность обработали водным гелем для улучшения проводимости электрических импульсов. Проведено 100 разрядов L-образным электродом (Рис. 6, 7).



Рис. 6. Гемангиосаркома мягких тканей у собаки породы лабрадор возраст 7 лет, перед проведением лечебной процедуры: слева – высота опухоли 4,5 см; справа – длина 11 см



Рис. 7. Гемангиосаркома мягких тканей у собаки породы лабрадор возраст 7 лет: слева – введение глюконата кальция в основание опухоли; справа – проведение электрокоагуляции L-образным электродом

После проведения процедуры через 48 часов отмечается обильная экссудация и выделение гнойных масс, рану промыли большим количеством антисептика (фурацилина) и местно применили мазь левомеколь. При пальпации отмечается болезненность, в связи с этим для контроля боли и воспаления пациенту назначен мелоксикам 0,2 мг/кг и амоксиклав 20 мг/кг. Через 7 дней после процедуры наблюдали положительную динамику – отек уменьшился, кровотечение остановилось, поведение удовлетворительное (Рис. 8).



Рис. 8. Собака породы лабрадор возраст 7 лет.
Внешний вид через 7 дней
после проведения процедуры ЭХТ, фото куратора собаки



Рис. 9. Собака породы лабрадор, возраст 7 лет.
Внешний вид через 30-35 дней
после проведения процедуры ЭХТ

Далее куратор перестал выходить на связь, и не предоставлял информации о ходе лечения и самочувствии пациента. Спустя 30 дней куратор привел собаку на осмотр. Состояние пациента оценивается как средней тяжести: аппетит отсутствует, полиурия, полидипсия, рвота, постоянная гнойная экссудация из области опухоли. По результатам анализов крови, у пациента острая почечная недостаточность (не диагностированная хроническая болезнь почек или вызванная длительным неконтролируемым приемом негормональных противовоспалительных препаратов). Несмотря на все принятые лечебные меры, пациент скончался на третьи сутки терапии (Рис. 9, Табл. 1, 2).

Таблица 1

Биохимический анализ крови пациента

Показатель	Референтные значения	Результаты исследования
АЛТ, мкмоль/л	6-76	28
АСТ, мкмоль/л	10-48	56↑
Щелочная фосфатаза	8-185	313↑
Глюкоза	3,4-6,1	4,8
Общий билирубин	5,0-21,0	7,9
Общий белок	50,0-85,0	61,9
Альбумин	22,0-39,0	16,5↓
Мочевина	2,1-12,2	43,8↑
Креатинин	40,0-140,0	2212,7↑
Кальций	2,00-3,30	2,47
Фосфор	1,10-3,00	8,39↑

Таблица 2

Клинический анализ крови пациента

Вид исследования	Референтные значения	Результаты исследования
RBC, $\times 10^{12}/L$	5,5-8,5	4.35↓
HGB, g/L	110-190	96↓
HCT, %	39,0-56,0	28.1↓
MCV, fL	62,0-72,0	69,5
MCH, pg	20,0-25,0	21,5
PLT, $\times 10^3/uL$	117-460	139
WBC, $\times 10^9/L$	6,0-17,0	21.1↑
Lymph, $\times 10^9/L$	0,8-5,1	4,0
Mon, $\times 10^9/L$	0,0-1,8	1,3
Gran, $\times 10^9/L$	4,0-12,6	17.7↑
Lymph, %	12,0-30,0	11.1↓
Mon, %	2,0-9,0	6,7
Gran, %	60,0-83,0	84.0↑

Заключение. Несмотря на летальный исход, связанный с недостаточной диагностикой и не контролируемым лечением (куратор не выходил на связь), сама процедура электрохимиотерапии «Блеомецина» и элетропорации глюканатом кальция показала себя как многообещающая. В процессе лечения, за одно применение, удалось уменьшить объем опухолевых масс на 70 %. Возможно, при повторном проведении процедур удалось бы стабилизировать рост опухоли и получить более стойкий терапевтический эффект. Требуется дальнейшее исследование.

Список литературы

1. Baez J., Hendrick M., Shofer F., et al. Sarcomas in dogs: 56 cases (1989-2000) // Journal of the American Veterinary Medical Association. 2004. Vol. 224. DOI: 10.2460/javma.2004.224.887
2. Baker-Gabb M., Hunt G.B., France M.P. Soft tissue sarcomas and mast cell tumours in dogs; clinical behaviour and response to surgery // Australian Veterinary Journal. 2003. Vol. 8.
3. Craig L.E., Julian M.E., Ferracone J.D. The diagnosis and prognosis of synovial tumors in dogs: 35 cases // Veterinary Pathology. 2002. Vol. 39. DOI: 10.1354/vp.39-1-66
4. Elmslie R.E., Glawe P., Dow S.W. Metronomic therapy with cyclophosphamide and piroxicam effectively delays tumor recurrence in dogs with incompletely resected soft tissue sarcomas // Journal of Veterinary Internal Medicine. 2008. Vol. 22. DOI: 10.1111/j.1939-1676.2008.0179.x
5. Goldschmidt M.H., Hendrick M.J. Tumors of the skin and soft tissues // Tumors in Domestic Animals. 4-th edn. / ed. D.J. Meuten. Iowa State Univ Press, Ames, Iowa, 2002. DOI: 10.1002/9780470376928.ch2
6. Kuntz C.A., Coernell W.S., Powers B.E. et al. Prognostic factors for surgical treatment of soft-tissue sarcomas in dogs: 75 cases (1986-1996) // Journal of the American Veterinary Medical Association. 1997. Vol. 211.
7. McEntee M.C., Page R.L., Mauldin G.N. et al. Results of irradiation of infiltrative lipoma in 13 dogs // Veterinary Radiology and Ultrasound. 2000. Vol. 41. DOI: 10.1111/j.1740-8261.2000.tb01889.x
8. McEntee M.C., Thrall D.E. Computed tomographic imaging of infiltrative lipoma in 22 dogs // Veterinary Radiology and Ultrasound. 2001. Vol. 42. DOI: 10.1111/j.1740-8261.2001.tb00928.x
9. McKnight J.A., Mauldin G.N., McEntee M.C. et al. Radiation treatment for incompletely resected soft-tissue sarcomas in dogs // Journal of the American Veterinary Medical Association. 2000. Vol. 217. DOI: 10.2460/javma.2000.217.205
10. Miller M.A., Nelson S.L., Turk J.R. et al. Cutaneous neoplasia in 340 cats // Veterinary Pathology. 1991. Vol. 28. DOI: 10.1177/030098589102800506
11. Nicholas B. Soft tissue sarcomas // BSAVA Manual of Canine and Feline oncology. 3d ed. 2011. Pp. 178-189.
12. Nicholas J., Bacon M.A. Resection and reconstructive techniques for soft tissue Sarcomas in dogs. University of Florida College of Veterinary Medicine Dept. of Small Animal Clinical Sciences, Gainesville, FL 32608, USA in Proceedings of the Southern European Veterinary Conference and Congreso Nacional de AVEPA Oct. 18-21. Barcelona, 2012.

13. Theilen G. H., Madewell B. R. Tumours of the skin and subcutaneous tissues // *Veterinary Cancer Medicine*. Philadelphia, 1997.
14. Vail O. M., Powers B. E., Getzy O.M., et al. Evaluation of prognostic factors for dogs with synovial sarcoma: 36 cases (1986-1991) // *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1994. Vol. 205. DOI: 10.2460/javma.1994.205.09.1300

References

1. Baez, J. L., Hendrick, M. J., Shofer, F. S., Goldkamp, C., & Sorenmo, K. U. (2004). Liposarcomas in dogs: 56 cases (1989-2000). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224(6), 887-891.
2. Baker-Gabby, M., Hunt, G. B. & French, M. P. (2003). Soft tissue sarcomas and mast cell tumors in dogs; clinical course and response to surgery. *Australian Veterinary Journal*, 81(12), 732-738.
3. Craig, L. E., Julian, M. E., & Ferracone, J. D. (2002). The diagnosis and prognosis of synovial tumors in dogs: 35 cases. *Veterinary Pathology*, 39(1), 66-73.
4. Elmsley, R. E., Glave, P. & Doe, S. W. (2008). Metronomic therapy with cyclophosphamide and piroxicam effectively slows down tumor recurrence in dogs with incompletely removed soft tissue sarcomas. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 22(6), 1373-1379.
5. Goldschmidt, M. H., & Hendrick, M. J. (2002). *Tumors of the skin and soft tissues*.
6. Koontz, K. A., Dernel, W. S., Powers, B. E., Dewitt, K., Straw, R. K. & Withrow, S. J. (1997). Prognostic factors in the surgical treatment of soft tissue sarcomas in dogs: 75 cases (1986-1996). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 211(9), 1147-1151.
7. McEntee, M. K., Page, R. L., Moldin, G. N. & Thrall, D. E. (2000). The results of irradiation of infiltrative lipoma in 13 dogs. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 41(6), 554-556.
8. McEntee, M. C., & Thrall, D. E. (2001). Computed tomographic imaging of infiltrative lipoma in 22 dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 42(3), 221-225.
9. McKnight, J. A., Mauldin, G. N., McEntee, M. C., Meleo, K. A. & Patnaik, A. K. (2000). Radiation treatment for incompletely resected soft-tissue sarcomas in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(2), 205-210.
10. Miller, M. A., Nelson, S. L., Turk, J. R., Pace, L. W., Brown, T. P., Shaw, D. P., ... & Gosser, H. S. (1991). Cutaneous neoplasia in 340 cats. *Veterinary Pathology*, 28(5), 389-395.
11. Bacon, N. (2011). Soft tissue sarcomas. *BSAVA manual of canine and feline oncology*, 178-190.
12. Nicholas, J. & Bacon, M. A. (2012). Resection and reconstructive techniques for soft tissue Sarcomas in dogs. *University of Florida College of Veterinary Medicine Dept. of Small Animal Clinical Sciences*.
13. Madewell, B. R. & Theilen, G. H. (1987). Tumors of the skin and subcutaneous tissues. *Veterinary cancer medicine*, 247-248.
14. Vail, D. M., Powers, B. E., Getzy, D. M., Morrison, W. B., McEntee, M. C., O'Keefe, D. A., ... & Withrow, S. J. (1994). Evaluation of prognostic factors for dogs with synovial sarcoma: 36 cases (1986-1991). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 205(9), 1300-1307.

Информация об авторах:

В. В. Гречко – кандидат ветеринарных наук, доцент;
Д. К. Овчинников – кандидат ветеринарных наук, доцент.

Information about the authors:

V. V. Grechko – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;
D. K. Ovchinnikov – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor.

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

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.12.2024; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 17.12.2024; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

Научная статья

УДК 636.4.084.5

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-86-91

ВЛИЯНИЕ ХВОЙНО-ФИТОГЕННОЙ ДОБАВКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА НОВОРОЖДЁННЫХ ТЕЛЯТ

Иван Николаевич Майоров

Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

ivanmayorov1997@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8899-5772>

Резюме. Цель исследований – изучить влияние хвойно-фитогенной добавки на показатели белкового обмена новорожденных телят. Исследования проводили на телятах чёрно-пестрой породы, из которых сформировали 2 группы контрольную и опытную по 10 голов в каждой. Начиная с 3-дневного возраста телятам опытной группы давали с молоком хвойно-фитогенную добавку (ХФД) в дозе 30 мл/100 кг живой массы. После 60 дней ХФД вводили с комбикормом в течение следующих 4 месяцев. Состав добавки: хвойный экстракт, глицерин, сахар, активированный уголь, семена льна и поваренная соль. У подопытных животных брали кровь в возрасте 10 суток, 1, 3 и 6 месяцев и определяли показатели белкового обмена (общий белок, альбумины, мочевины, АЛТ, АСТ). Установлено, что хвойно-фитогенная добавка способствует увеличению общего содержания белка и альбумина в возрасте 3 мес. на 4,3% и 13,0%, в возрасте 6 мес. на 5,5% и 5,0% соответственно. У телят опытной группы уровень мочевины в сыворотке крови оставался стабильно ниже в возрасте: 1 мес. – на 9,8%, в 3 мес. – на 15%, и в 6-мес. – на 18,2%, а уровень ферментов аланинаминотрансфераза (АЛТ) и аспартатаминотрансфераза (АСТ) был ниже в возрасте 1 мес. на 0,5 и 4,5%, 3 мес. – на 4,2 и 8,7% (при $P < 0,05$) и 6 мес. – на 7,7 % (при $P < 0,05$) и 9,9 % (при $P < 0,05$) соответственно.

Ключевые слова: хвойно-фитогенная добавка, телята, белковый обмен, сыворотка крови.

Для цитирования: Майоров И. Н. Влияние хвойно-фитогенной добавки на показатели белкового обмена новорождённых телят // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 1. С. 86-91. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-86-91

Original article

INFLUENCE OF CONIFEROUS-PHYTOGENIC ADDITIVE ON PROTEIN METABOLISM INDICATORS OF NEWBORN CALVES

Ivan N. Mayorov

Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

ivanmayorov1997@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8899-5772>

Abstract. The aim of the study was to investigate the effect of a coniferous-phytogenic additive on protein metabolism indices in newborn calves. The study was conducted on black-and-white calves, of which 2 groups were formed: control and experimental, 10 heads each. Starting from the age of 3 days, the calves of the experimental group were given a coniferous-phytogenic additive (CPA) with milk at a dose of 30 ml/100 kg of live weight. After 60 days, the CPA was administered with compound feed for the next 4 months. The additive composition: coniferous extract, glycerin, sugar, activated carbon, flax seeds and table salt. Blood was taken from the experimental animals at the age of 10 days, 1, 3 and 6 months and protein metabolism indices (total protein, albumins, urea, ALT, AST) were determined. It was found that the coniferous-phytogenic additive promotes an increase in the total protein and albumin content at the age of 3 months by 4.3% and 13.0%, at the age of 6 months by 5.5% and 5.0%, respectively. In the calves of the experimental group, the level of urea in the blood serum remained stably lower at the age of: 1 month - by 9.8%, at 3 months - by 15%, and at 6 months - by 18.2%, and the level of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) enzymes was lower at the age of 1 month by 0.5 and 4.5%, 3 months - by 4.2 and 8.7% (at $P < 0.05$) and 6 months - by 7.7 (at $P < 0.05$) and 9.9% (at $P < 0.05$), respectively.

Keywords: coniferous-phytogenic supplement, calves, protein metabolism, blood serum.

For citation: Mayorov, I. N. (2025). Influence of coniferous-phytogenic additive on protein metabolism indicators of newborn calves // *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 86-91 (in Russ). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-86-91

В ходе адаптационного процесса у животных происходят важные изменения, способствующие их успеху в новом внешнем окружении. Этот этап сопровождается ускоренным ростом и адаптацией всех систем организма к условиям, в которых они будут функционировать вне материнского организма. Особенно в это время возрастает необходимость в белке, который выступает ключевым строительным элементом обмена веществ [1].

Обеспечение белкового гомеостаза требует активизации метаболических ресурсов новорожденных и приводит к увеличению нагрузки на механизмы синтеза белка. Если метаболическая адаптация у телят в неонатальный период нарушается, это может вызвать различные инфекционные и неинфекционные заболевания, что подчеркивает критическую важность этого этапа для их здоровья и благополучия [1, 2, 3].

Этап новорожденности характеризуется стремительным ростом и адаптацией к окружающей среде, отличной от внутриутробной жизни. В этот период потребность в белках значительно возрастает, так как они необходимы для формирования и поддержания жизненно важных функций организма. Устойчивый белковый обмен требует задействования всех метаболических ресурсов, что приводит к активной работе белок-синтетических систем организма [4].

Белки являются основными элементами процессов, поддерживающих гомеостаз, обеспечивают транспортировку различных веществ и играют важную роль в работе иммунной системы. Их многообразие и сложная структура позволяют выполнять широкий спектр функций, начиная от катализирования химических реакций и заканчивая передачей сигналов между клетками. Каждый белок, обладая уникальной аминокислотной последовательностью, способен взаимодействовать с другими молекулами, что делает их неотъемлемой частью метаболических путей. Функция белков в организме не ограничивается только поддержанием гомеостаза; они также играют ключевую роль в восстановлении тканей и синтезе новых клеток. В условиях стресса или заболевания белки могут служить как маркеры состояния организма, активируя иммунные реакции для защиты от патогенов. Таким образом, их значение выходит за рамки простого участия в обмене веществ: белки – это основа жизни, направляющая и регулирующая все биохимические процессы, обеспечивая стабильность и адаптивность живых систем в постоянно меняющейся среде. Кроме того, многие белки участвуют в клеточной сигнализации, что способствует координации действий различных систем организма. Поддержание оптимального уровня белков является критически важным для здоровья. Недостаток или избыток этих молекул может приводить к различным патологическим состояниям, затрагивающим как обмен веществ, так и иммунные реакции, что подчеркивает их ключевую значимость в биологии жизни. Уровень белка в крови новорожденных телят представляет собой важный показатель как потребления белка с кормом, так и его усвоения в желудочно-кишечном тракте, а также активности синтеза белков в печени [5].

Контроль за уровнем белка в организме новорожденных телят имеет критическое значение для их здоровья и роста. Достаточное поступление белка с рационом занимает центральное место в ветеринарной практике, так как способствует нормализации обмена веществ и укреплению иммунной системы, что, в свою очередь, снижает риск развития заболеваний.

Питание телят в первые месяцы их жизни играет ключевую роль в их здоровье и развитии. Крайне важно предоставить им доступ к высококачественному молозиву в первые часы после рождения, поскольку оно богато антителами и питательными веществами, необходимыми для поддержания иммунной системы и роста. Молозиво способствует формированию колострального иммунитета, что особенно важно в условиях стресса и риска инфекционных заболеваний. Оно обогащено антителами, витаминами и минералами, обеспечивая новорожденным телятам защиту в первые дни жизни. Важно также включить в рацион телят концентрированные корма и сено. Эти компоненты помогают им адаптироваться к более взрослому питанию и развивать систему пищеварения. Концентрированные корма, богатые легко усваиваемыми веществами, способствуют быстрому росту и укреплению организма телят. Употребление сена не только обогащает рацион клетчаткой, но и стимулирует жевательный процесс, что положительно сказывается на работе желудочно-кишечного тракта.

Фитогенные кормовые добавки становятся всё более популярными в современном животноводстве благодаря своим многогранным преимуществам. Эти добавки, состоящие из экстрактов растений, содержат активные компоненты, которые могут способствовать улучшению пищеварения, укреплению иммунной системы и повышению продуктивности животных. Например, флавоноиды и полифенолы, найденные в различных травах, обладают антиоксидантными свойствами и помогают снижать уровень окислительного стресса [1].

Кроме того, фитогенные вещества могут взаимодействовать с составом основного рациона или биологически активными растительными соединениями, содержащимися в других диетических ингредиентах. Они могут повышать усвояемость питательных веществ, что особенно важно в условиях интенсивного животноводства.

Известно, что хвоя, получаемая при переработке леса, богата множеством питательных веществ, включая глюкозу, фруктозу, галактозу, сахарозу, лимонную кислоту и шикимовую кислоту (которая является предшественником в биосинтезе аминокислот фенилаланина, тирозина и триптофана), а также сырой белок, различные минералы и некоторые витамины. Сосновая хвоя также содержит значительное количество фитохимических соединений, таких как мономерные фенолы, флавоноиды, терпены и дубильные вещества. Экспериментальные исследования, касающиеся полезных свойств сосновой хвои, подчеркивают её противовоспалительные, антиоксидантные, противоопухолевые и иммуномодулирующие качества. Поэтому её часто применяют в качестве добавки к кормам [6, 8-10].

Цель исследований – изучить влияние хвойно-фитогенной добавки на показатели белкового обмена новорожденных телят.

Материал и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт по изучению влияния кормовой хвойно-фитогенной добавки (ХФД) на показатели белкового обмена у телят проводили в условиях животноводческого комплекса ООО «Радуга» Красноярского района Самарской области. В возрасте 3 дней сформировали 2 группы телят чёрно-пестрой породы по 10 голов в каждой. Начиная с 3-дневного возраста телята опытной группы получали с молоком ХФД в дозе 30 мл/100 кг живой массы. Состав добавки: хвойный экстракт, глицерин, сахар, активированный уголь, семена льна и поваренная соль. После 60 дней ХФД вводили с комбикормом в течение следующих 4 месяцев. Животные контрольной группы получали только основной рацион.

У подопытных животных брали кровь в возрасте 10 суток, 1, 3 и 6 месяцев и проводили биохимические анализы на биохимическом анализаторе FUJI DRI-CHEM NX 500 (Япония).

Для обработки цифрового материала результатов исследований были использованы программы Statistica 6 и Microsoft Excel. Для оценки достоверности полученных данных использовали критерий значимости Стьюдента.

Результаты исследований. В первые недели жизни телята получают молоко или его заменитель, который должен содержать достаточное количество белков и энергии для обеспечения их интенсивного роста. Постепенно в их рацион начинают вводить твердый корм, например, предстартовые комбикорма, способствующие развитию рубца. Этот переход имеет важное значение для формирования здоровой пищеварительной системы, которая обеспечит телятам необходимые питательные вещества в будущем. Хвойно-фитогенная добавка может дополнить рацион витаминами и минералами, необходимыми для формирования иммунитета.

В возрасте 10 дней содержание белка в сыворотке крови подопытных телят было на уровне 64,9-65 г/л (табл. 1).

Таблица 1

Влияние хвойно-фитогенной добавки на показатели белкового обмена новорожденных телят ($M \pm m$, $n=5$)

Показатель	Группа	Возраст, сут			
		10	30	90	180
Общий белок, г/л	контрольная	65,00±1,76	69,00±1,30	70,00±3,00	73,00±4,00
	опытная	64,90±0,22	68,00±1,35	73,00±2,80	77,00±4,00
Альбумин, г/л	контрольная	22,00±0,90	25,00±1,20	23,00±1,30	24,00±3,00
	опытная	24,00±0,80	26,00±1,10	26,00±0,80	25,20±2,00
Мочевина, мм/л	контрольная	1,40±0,30	1,90±0,40	2,30±0,30	2,40±0,20
	опытная	1,50±0,20	1,73±0,10	2,00±0,40	2,03±0,30
АЛТ, МЕ/л	контрольная	22,00±3,00	23,00±1,00	24,00±1,50	28,00±0,53
	опытная	20,00±2,00	22,89±1,20	23,00±1,20	26,00±0,40*
АСТ, МЕ/л	контрольная	64,00±4,00	76,00±1,40	87,00±2,00	89,00±2,50
	опытная	67,00±3,00	72,00±3,00	80,00±2,20*	81,00±2,30*

Различия по сравнению с контролем статистически достоверны при * – $P < 0,05$

Изменение уровня общего белка в сыворотке крови телят с возрастом является важным показателем их роста и развития. С увеличением возраста наблюдается значительное повышение этого параметра, что свидетельствует о метаболических изменениях, происходящих в организме животного. Наиболее заметные изменения происходят в процессе формирования рубца, когда телята начинают переходить от исключительно молочного питания к более сбалансированному рациону, включающему твердые корма.

Так, в месячном возрасте уровень общего белка увеличивается на 4,8-6,1%, что указывает на начальные стадии адаптации к новым условиям питания. В трехмесячном возрасте этот показатель возрастает на 7,7-12,5%, что связано с более активным развитием организма и улучшением усвоения питательных веществ. К шести месяцам уровень общего белка в сыворотке увеличился на 12,3-18,6%, что является индикатором дальнейшего роста и формирования полноценной физиологической структуры телят, способствующей их здоровью и продуктивности в дальнейшем.

Также были отмечены различия в уровне общего белка в сыворотке крови телят контрольной и опытной групп, что свидетельствует о положительном воздействии хвойно-фитогенной добавки (ХФД) на обмен белков. Увеличение уровня общего белка на 4,3% в три месяца и на 5,5% в шесть месяцев у телят, получавших ХФД, может указывать на лучший питательный статус и более эффективное усвоение белка, что имеет важное значение для их роста и развития.

Для поддержания оптимального уровня альбуминов в сыворотке крови телят необходимо обеспечивать их сбалансированным питанием. Рацион, богатый белками, витаминами и минералами, способствует нормальному синтезу альбуминов и улучшает общее состояние организма. Альбумины – это важные белки, находящиеся в сыворотке крови телят, и они играют ключевую роль в поддержании осмотического давления, обеспечивая нормальную работу сосудистой системы. Эти белки способствуют удержанию жидкости в сосудистой системе, предотвращая отеки и обеспечивая нормальное кровообращение. Уровень альбуминов является индикатором общего состояния здоровья животного и может свидетельствовать о наличии заболеваний или нарушений обмена веществ. Кроме того, альбумины играют активную роль в транспортировке различных биологически активных веществ, таких как гормоны, витамины и медикаменты. Их высокая связывающая способность позволяет альбуминам эффективно переносить молекулы, регулируя биодоступность важных нутриентов. Низкий уровень альбуминов в сыворотке может привести к дефициту этих веществ, что, в свою очередь, воздействует на рост и развитие животных. Увеличение уровня альбуминов может также указывать на улучшение их общего метаболизма. Это становится особенно актуальным в период интенсивного роста, когда телята требуют повышенного количества питательных веществ для формирования мышечной массы и укрепления иммунной системы.

В наших исследованиях повышение уровня альбуминов к 6 мес. на 5,0-9,1% указывает на улучшение синтетической функции печени и возможное влияние проводимого лечения или изменений в питании подопытных телят.

Разница в уровне альбуминов между контрольной и опытной группами, составлявшая 13,0% в 3 мес. и 5,0% в 6 мес., может свидетельствовать о положительном влиянии хвойно-фитогенной добавки на усвоение питательных веществ благодаря своим природным свойствам. Это улучшает не только всасывание, но и метаболизм основных компонентов корма, что в конечном итоге способствует улучшению общего состояния животных.

В ходе исследований было установлено, что телята, получающие такую добавку, демонстрируют более высокие уровни белка в сыворотке крови, что свидетельствует об улучшении их питательного статуса. Увеличение уровня альбуминов в крови также связано с профилактикой различных заболеваний и укреплением иммунной системы животного. Эффективная поддержка здоровья на ранних стадиях жизни критически важна для успешного развития и будущей продуктивности. Помимо этого, хвойно-фитогенная добавка может положительно влиять на пищеварительный тракт, улучшая его микрофлору и снижая риск различных расстройств. Это создает оптимальные условия для роста и развития, обеспечивая телят необходимой энергией и ресурсами.

Мочевина в сыворотке крови телят является важным биохимическим показателем, который отражает состояние метаболизма белков и функционирование почек. Повышенные показатели могут свидетельствовать о недостаточном потреблении белка или нарушениях в работе почек, что требует немедленного вмешательства. Нормальные значения мочевины варьируются в зависимости от возраста и типа рациона телят, поэтому регулярный мониторинг данного показателя важен для профилактики заболеваний. Изменения в уровне мочевины могут указывать на инфекционные процессы или другие патологии, что позволяет своевременно диагностировать и корректировать лечение. Кроме того, анализ мочевины помогает выявить влияние стресса, среды обитания и других внешних факторов на здоровье телят. Мочевина, являясь основным элементом азотного обмена, имеет значительное значение для здоровья жвачных животных. В их организме наблюдается уникальная адаптация: часть мочевины может повторно использоваться для синтеза белков, необходимых для размножения и функционирования микроорганизмов, обитающих в рубце. Это позволяет жвачным более эффективно усваивать азот из корма. Кроме того, уровень мочевины в крови может служить индикатором как недостатка, так и избытка белка в рационе. Избыточное количество мочевины свидетельствует о плохом усвоении белка, в то время как низкие уровни могут указывать на недостаток этого важного компонента или проблемы с обменом веществ. При недостатке азота в организме наблюдается усиленная реабсорбция мочевины в почках [7].

С началом роста телята начинают активно развивать мышечную массу, что требует значительного количества аминокислот. При их распаде образуется аммиак, который преобразуется в мочевину в печени и выделяется через почки. В связи с этим уровень мочевины в сыворотке крови подопытных телят с возрастом увеличивается. На десятый день жизни этот показатель находился в диапазоне 1,40-1,50 мМ/л, а в возрасте 1 мес. возрос на 155-35,7%, в 3 мес. – на 33,3-64,3%, и в 6 мес. – на 35,3-71,4%. Сравнительный анализ показал, что у телят, получавших хвойно-фитогенную добавку, уровень мочевины оставался стабильно ниже: в месячном возрасте – на 9,8%, в трехмесячном – на 15%, и в шестимесячном – на 18,2%. Это может свидетельствовать о более эффективном усвоении белков и оптимизации процессов азотного обмена. Данные результаты имеют важное значение для здоровья и продуктивности молодняка, так как указывают на снижение избыточного распада белков и потенциальную защиту от метаболических нарушений.

Показатели уровня ферментов аланинаминотрансфераза (АЛТ) и аспартатаминотрансфераза (АСТ) в сыворотке крови телят служат важными маркерами метаболических процессов и функции печени. Эти ферменты участвуют в аминокислотном обмене и в поддержании гомеостаза. Изменения в их концентрации могут сигнализировать о различных заболеваниях или нарушениях метаболизма. Их концентрация может существенно варьироваться в зависимости от возраста, породы и общего состояния здоровья животных. Значительное повышение уровней АЛТ или АСТ может свидетельствовать о возможном повреждении печени или других тканей, где эти ферменты присутствуют. Для точной интерпретации результатов важно учитывать множество факторов, включая питание, стресс, физическую активность и наличие заболеваний.

В наших исследованиях установлено, что возрастом наблюдаются тенденции к стабилизации и снижению этих показателей. В 10-дневном возрасте, когда собранные данные были в диапазоне 20,0-22,0 для АЛТ и 64,0-67,0 для АСТ, можно было ожидать дальнейшего роста этих ферментов в более старшем возрасте. Однако результаты показали обратную картину, что указывает на улучшение функции печени. В возрасте 1, 3 и 6 месяцев уровень АЛТ в сыворотке крови подопытных телят увеличивался на 4,0-14,5%, 9,1-15,0% и 27,0-30,0% соответственно, тогда как уровень АСТ возрастал на 7,5-18,7%, 19,4-35,9% и 20,9-39,1%.

У телят опытной группы уровень АЛТ и АСТ в сыворотке крови был ниже в возрасте 1 мес. на 0,5 и 4,5%, 3 мес. – на 4,2 и 8,7% (при $P < 0,05$) и 6 мес. – на 7,7 (при $P < 0,05$) и 9,9 % (при $P < 0,05$) соответственно, что позволяет сделать вывод о положительном влиянии хвойно-фитогенной добавки на функцию печени у животных. Снижение уровней ферментов АЛТ и АСТ в сыворотке крови свидетельствует об улучшении состояния печени, так как их повышение часто связано с заболеваниями этого органа.

Заключение. Результаты исследований позволяют заключить, что хвойно-фитогенная добавка оказывает благоприятное воздействие на азотистый обмен у новорожденных телят. В ходе эксперимента было установлено, что применение данной добавки способствует повышению уровня общего белка и альбумина в сыворотке крови, что является показателем улучшения белкового обмена. Кроме того, наблюдалось снижение концентрации мочевины, а также ферментов АЛТ (аланинаминотрансфераза) и АСТ (аспартатаминотрансфераза), что может свидетельствовать об улучшении функции печени и метаболических процессов. Эти изменения в азотистом обмене могут привести к положительным эффектам на рост и развитие телят, поскольку белки играют ключевую роль в формировании тканей и обеспечении организма необходимыми аминокислотами. Снижение уровней мочевины, в частности, указывает на более эффективное усвоение белков, что является важным фактором для растущего организма, нуждающегося в качественном питании. Таким образом, использование хвойно-фитогенной добавки может стать перспективным направлением в рационе новорожденных телят, способствуя их здоровью и продуктивности.

Список источников

1. Зайцев, В. В. Использование фитобиотиков в кормлении животных : монография. Кинель : Самарский ГАУ, 2024. 181 с. ISBN: 978-5-88575-767-6 EDN: AHWPIF
2. Лашин, А.П. Эффективность природного антиоксиданта в коррекции антиоксидантной системы у телят // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. 2021. С. 61-66. EDN: SOFTWK
3. Лашин, А. П., Симонова Н. В., Симонова Н. П. Фитокоррекция окислительного стресса у новорожденных телят : монография, Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2016. 276 с. ISBN: 978-5-9642-0324-7 EDN: TYSSTA
4. Калаева, Е. А., Калаев В. Н., Ефимова К. А. Динамика показателей белкового обмена и активности ядрышкообразующих районов лимфоцитов в первый месяц жизни у телят в норме и при развитии бронхопневмонии // Генетика и разведение животных. 2019. № 1. С. 34-42. DOI: 10.31043/2410-2733-2019-1-34-42 EDN: TOGUIN
5. Пойманов М. А., Шарафутдинова Е. Б., Жуков А. П. Состояние белкового обмена у телят-трансплантантов в раннем постнатальном периоде их развития // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. №6 (86). С. 204-209. EDN: HQJHWZ
6. Короткий, В. П. Зайцев В. В., Боголюбова Н. В. Хвойно-фитогенная добавка для коррекции окислительного стресса у новорождённых телят // Зоотехния. 2024. № 9. С. 29-33. DOI: 10.25708/ZT.2024.72.76.008 EDN: VLDXSV
7. Демидович, А. П. Диагностическое значение биохимических показателей крови ДЗО (белковый, углеводный, липидный обмен) Витебск : ВГАВМ, 2019 EDN: OENDTF
8. Зайцев В. В., Емельянова И. С. Влияние биологически активных добавок на биохимические и гематологические показатели крови коров // Самара АгроВектор. 2022. Т. 2. № 1. С. 26-33. doi: 10.55170/77962_2022_2_1_26.
9. Зайцев В. В., Зайцева Л. М., Махимова Ж. Н. Влияние суспензии хлореллы на показатели перекисного окисления липидов в тканях печени цыплят-бройлеров // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 1. С. 22-29. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-1-22-29.
10. Зайцев В. В., Зайцева Л. М. Эффективность применения активированного угля и фитогенной добавки в рационах цыплят-бройлеров // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 1. С. 5-11. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-1-5-11.

References

1. Zaitsev, V. V. et al. (2024). *The use of phytobiotics in animal feeding*. (in Russ). ISBN: 978-5-88575-767-6 EDN: AHWPIF
2. Lashin, A. P. (2021). The effectiveness of a natural antioxidant in the correction of the antioxidant system in calves. *Agro-industrial complex: problems and prospects of development*. 61-66. (in Russ).
3. Lashin, A. P., Simonova, N. V. & Simonova, N. P. (2016). *Phytocorrection of oxidative stress in newborn calves*. (in Russ). ISBN: 978-5-9642-0324-7 EDN: TYSSTA
4. Kalaeva, E. A., Kalaev, V. N. & Efimova, K. A. (2019). Dynamics of protein metabolism and activity of nucleolar-forming regions of lymphocytes in the first month of life in calves normally and with the development of bronchopneumonia // *Genetics and animal breeding*. 2019, 1, 34-42. (in Russ).
5. Poymanov M. A., Sharafutdinova, E. B. & Zhukov, A. P. (2020). The state of protein metabolism in transplant calves in the early postnatal period of their development. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 6 (86). 204-209. (in Russ).
6. Korotky, V. P., Zaitsev, V. V. & Bogolyubova, N. V. (2024). Coniferous-phytogenic additive for correction of oxidative stress in newborn calves. *Zootechny*. 9. 29-33. (in Russ).
7. Demidovich, A. P. (2019). *Diagnostic value of biochemical parameters of blood of SD (protein, carbohydrate, lipid metabolism)* Vitebsk : VGAVM, 2019. (in Russ). EDN: OENDTF
8. Zaitsev, V. V. & Emelyanova, I. S. (2022). Influence of biologically active supplements on biochemical and hematological indicators of blood of cows. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 2, 1, 26-33. (in Russ). doi: 10.55170/77962_2022_2_1_26.
9. Zaitsev, V. V., Zaitseva, L. M. & Makhimova, Zh. N. (2024). The effect of chlorella suspension on lipid peroxidation in liver tissues of broiler chickens. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 4, 1, 22-29. (in Russ). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-1-22-29.
10. Zaitsev, V. V. & Zaitseva, L. M. (2024). Efficiency of using activated carbon and phytogenic additives in the diets of broiler chickens. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 4, 1, 5-11. (in Russ). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-1-5-11.

Информация об авторе:

И. Н. Майоров – аспирант.

Information about the author:

I. N. Mayorov – postgraduate student.

Статья поступила в редакцию 9.02.2025; одобрена после рецензирования 28.02.2025; принята к публикации 5.03.2025.
The article was submitted 9.02.2025; approved after reviewing 28.02.2025; accepted for publication 5.03.2025.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Бочкарев Е. А.</i> Показатели продуктивности привойно-подвойных комбинаций яблони в молодом плодоносящем саду.....	3
<i>Зацепина И. В.</i> Укоренение форм груши и айвы при помощи регулятора роста растений рибав-экстра.....	10

**ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

<i>Уханов Д. А., Уханов А. П., Володько О. С., Быченин А. П.</i> Смазочная способность биокеросина.....	17
<i>Щегольков А. В., Родионов Ю. В., Щегольков А. В.</i> Автоматизированная система с саморегулируемым электронагревом для энергоэффективной сушки плодовоовощного сырья.....	22
<i>Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Артамонов Е. И., Ерзамаев Н. М.</i> Определение качественных показателей технологического процесса ярусной обработки почвы.....	28
<i>Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Воякин С. Н., Поликутина Е. С., Леонов В. В.</i> Влияние конструктивно-технологических параметров «Корректора-распределителя сцепного веса» на распределение нагрузки бороновального агрегата.....	34

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<i>Злепкина Н. А., Саломатин В. В., Злепкин В. А., Варакин А. Т.</i> Влияние биологически активных компонентов корма на обмен веществ у молодняка свиней.....	40
<i>Шерстобитов Р. А., Цыганский Р. А.</i> Морфологические изменения желудка при применении комплекса гидроокиси алюминия и инулина при экспериментальном гастрите у крыс.....	47
<i>Анисимов В. Р., Газеев И. Р., Карамаев С. В., Карамаева А. С.</i> Динамика весового и линейного роста калмыцко*мандолонгских помесных бычков при разведении «в себе».....	54
<i>Есенгалиев К. Г., Баймишев Х. Б., Бозымов К. К., Абугалиев С. К.</i> Использование баранов-производителей мясо-шерстной породы для улучшения мясной продуктивности тонкорунных овец.....	60
<i>Иващенко М. Н., Дерюгина А. В., Белов А. А., Латушко М. И., Еремин А. П.</i> Активность антиоксидантных ферментов в сперматозоидах крупного рогатого скота при криоповреждении.....	66
<i>Молянова Г. В., Ермаков В. В.</i> Оптимизация микрофлоры желудочно-кишечного тракта молодняка овец посредством <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	71
<i>Гречко В. В., Овчинников Д. К.</i> Электрохимиотерапия при лечении гемангиосаркомы у собаки (клинический случай).....	79
<i>Майоров И. Н.</i> Влияние хвойно-фитогенной добавки на показатели белкового обмена новорождённых телят.....	86

CONTENS**AGRICULTURE**

<i>Bochkarev, E. A.</i> Productivity indicators of stock-scion combinations of apple trees in a young fruit-bearing orchard.....	3
<i>Zatsepina, I. V.</i> Rooting of pear and quince forms with the help of plant growth regulator ribav-extra.....	10

TECHNOLOGY, MEANS OF MECHANIZATION AND POWER EQUIPMENT IN AGRICULTURE

<i>Ukhanov, D. A., Ukhanov, A. P., Volodko, O. S., Bychenin, A. P.</i> Lubricability of bio-kerosene.....	17
<i>Shchegolkov, A. V., Rodionov, Yu. V., Shchegolkov, A. V.</i> Automated system with self-regulating electric heating for energy-efficient drying of fruit and vegetable raw materials.....	22
<i>Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., Artamonov, E. I., Erzamaev, N. M.</i> Determination of qualitative indicators of the technological process of longline tillage.....	28
<i>Shchitov, S. V., Krivutsa, Z. F., Voyakin, S. N., Polikutina, E. S., Leonov, V. V.</i> Influence of structural and process parameters of coupling weight corrector-distributor on boron unit load distribution	34

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

<i>Zlepkin, N. A., Salomatin, V. V., Zlepkin, V. A., Varakin A. T.</i> Influence of biologically active feed components on metabolism in young pigs.....	40
<i>Sherstobitov, R. A., Tsygansky R. A.</i> Morphological changes in the stomach when using a complex of aluminum hydroxide and inulin in experimental gastritis in rats.....	47
<i>Anisimov, V. R., Gazeev, I. R., Karamaev, S. V., Karamaeva, A. S.</i> Dynamics of weight and linear growth of kalmyk×mandolongsky crossbred steers when bred "in themselves".....	54
<i>Yesengaliev, K. G., Baymishev, Kh. B., Bozymov, K. K., Abugaliev, S. K.</i> The use of meat-wool breeding rams to improve the meat productivity of fine-wool sheep.....	60
<i>Ivashchenko, M. N., Deryugina, A. V., Belov, A. A., Latushko, M. I., Eremin, A. P.</i> Activity of antioxidant enzymes in cattle spermatozoa during cryopreservation.....	66
<i>Molyanova, G. V., Ermakov, V. V.</i> Optimization of the microflora of the gastrointestinal tract of young sheep using <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	71
<i>Grechko, V. V., Ovchinnikov, D. K.</i> Electrochemotherapy in the treatment of hemangiosarcoma in dogs (clinical case).....	79
<i>Mayorov, I. N.</i> Influence of coniferous-phytogenic additive on protein metabolism indicators of newborn calves.....	86

Самарский государственный аграрный университет предлагает всем желающим аспирантам, преподавателям, научным работникам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии». Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

К публикации в журнале принимаются оригинальные, не опубликованные ранее основные научные результаты по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям наук, по которым присуждаются ученые степени:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (биологические науки),
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки),
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (ветеринарные науки),
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки),
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки),
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки),
- 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки),
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 84460.

Периодичность выхода – 4 раза в год.

Адрес редакции: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608), E-mail: ssaariz@mail.ru

Требования к оформлению статей

Статьи представляются на русском языке в электронном виде в редакцию на электронную почту журнала ssaariz@mail.ru либо загружаются в личном кабинете автора на платформе научных журналов «Эко-вектор» (<https://bulletin.ssaa.ru>). Статья набирается в редакторе Microsoft WORD со следующими параметрами страницы. Поля: верхнее – 2 см, левое – 3 см, нижнее – 2,22 см, правое – 1,0 см. Размер бумаги А4. Стиль обычный. Шрифт – Arial Narrow. Размер шрифта основного текста – 13 пт, межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный, режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,25 см).

До основного текста статьи приводят следующие элементы издательского оформления (затем повторяют на английском языке): тип статьи; индекс УДК; заглавие; основные сведения об авторах (имя, отчество, фамилия, наименование организации, где работает или учится автор, адрес организации, электронный адрес автора, открытый идентификатор учёного (ORCID); реферат (необходимо осветить цель, методы, результаты с приведением количественных данных, чётко сформулировать выводы, не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и предложений, средний объем 200-250 слов, размер шрифта – 12 пт, интервал одинарный), 5-7 ключевых слов (словосочетаний). Имена приводят в транслитерированной форме на латинице по ГОСТ 7.79 или в той форме, в какой её установил автор.

Основной текст публикуемого материала должен быть изложен ясно, лаконично (размер шрифта – 13 пт). В начале статьи следует кратко сформулировать проблематику исследования (актуальность), затем изложить *цель исследования, задачи, материалы и методы исследований*, в конце статьи – *результаты исследований* с указанием их прикладного характера, *закключение*.

После основного текста статьи размещают (затем повторяют на английском языке) дополнительные сведения об авторах (учёные звания, учёные степени, другие (кроме ORCID) идентификационные номера авторов), сведения о вкладе каждого автора, указание об отсутствии или наличии конфликта интересов, и детализация такого конфликта в случае его наличия.

В тексте могут быть таблицы и рисунки, таблицы создавать в WORD. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы набирать без пропусков по центру. Рисунки и графики только штриховые без полутонов и заливки цветом, подрисовочные надписи выравнивать по центру. Статья не должна заканчиваться формулой, таблицей, рисунком.

Объем рукописи 8-12 стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки (не более трех), таблицы должны иметь тематический заголовок, рисунки должны быть сгруппированы. Заголовок статьи не должен содержать более 70 знаков.

В *список источников* включаются записи только тех ресурсов, которые цитируются в основном тексте статьи. **Не допускаются ссылки на учебники и учебные пособия! Библиографическую запись составляют по ГОСТ Р 7.0.5. Список источников на английском языке (References) оформляется согласно требованиям APA (American Psychological Association).** Отсылки в тексте статьи включают в квадратные скобки. Библиографические записи в списке источников нумеруют и располагают в порядке цитирования источников в тексте статьи.

По окончании статьи необходимо указать, какой научной специальности и отрасли науки соответствуют представленные в ней научные результаты.

За содержание статьи (точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных) **ответственность несут авторы.**

Материалы, оформление которых не соответствует изложенным выше требованиям, редколлегией не рассматриваются. Все поступившие рукописи, оформленные в соответствии с требованиями журнала, проверяются на корректность заимствований, оригинальность должна быть не ниже 80 %.

Каждая статья, поступившая на рассмотрение в журнал «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии», направляется на рецензирование. Рецензирование статей – двухстороннее слепое (анонимное). Для повышения качества рецензирования главный редактор может отправлять рецензию другим рецензентам, не открывая при этом имен рецензентов. Копии рецензий могут быть предоставлены по запросу в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. В случае отрицательной рецензии статья с рецензией возвращается автору. Отклоненная статья может быть повторно представлена в редакцию после доработки по замечаниям рецензентов. Принятые к публикации или отклоненные редакцией рукописи авторам не возвращаются.

