

УДК 630.22/.28:612.35

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-403-02-19-30

И.В. Миронова^{1,2} ✉Р.М. Хабибуллин¹И.М. Хабибуллин¹¹ Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия² Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

✉ mironova_irina-v@mail.ru

Поступила в редакцию: 05.12.2025

Одобрена после рецензирования: 11.12.2025

Принята к публикации: 26.01.2026

© Миронова И.В., Хабибуллин Р.М., Хабибуллин И.М.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2026-403-02-19-30

Irina V. Mironova^{1,2} ✉Ruzel M. Khabibullin¹Ilmir M. Khabibullin¹¹ Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia² Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

✉ mironova_irina-v@mail.ru

Received by the editorial office: 05.12.2025

Accepted in revised: 11.12.2025

Accepted for publication: 26.01.2026

© Mironova I.V., Khabibullin R.M., Khabibullin I.M.

Морфологические изменения в мышечной ткани бычков после применения апиадаптогена

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В работе представлены результаты исследования влияния апиадаптогена на продуктивные качества бычков бестужевской породы и морфологические изменения в мышечной ткани.

Методы. Бычкам в состав основного рациона вводили в виде настойки гомогенат трутневого расплода из расчета: для II (опытной) группы 0,005 мл, III (опытной) группы — 0,01 мл и IV (опытной) группы — 0,015 мл на 1 кг массы тела животного, I группа — контрольная. Эффективность использования тестируемого компонента определяли по комплексу прижизненных показателей, таким как живая масса, среднесуточный прирост, убойные показатели, химический состав, биологическая ценность мякоти туши и жира-сырца и морфологические изменения в мышечной ткани.

Результаты. Изменение живой массы свидетельствует, что в 18-месячном возрасте молодняк III (опытной) группы превосходил всех своих сверстников: I (контрольной) группы — на 22,1 кг, II (опытной) — на 9,5 кг и IV (опытной) группы — на 1,7 кг, по абсолютному приросту живой массы за весь период опыта — на 22,1 кг; 9,4 и 1,8 кг, соответственно. Во все возрастные периоды среди молодняка опытных групп более высокий среднесуточный прирост демонстрировали бычки бестужевской породы III (опытной) группы, составив от 696,70 до 797,80 г. Убойные качества и химический состав длиннейшей мышцы спины были лучше у животных III (опытной) группы, в рацион которых включали гомогенат трутневого расплода в дозе 0,01 мл/кг массы тела.

Гистологические исследования мышечной ткани бычков, которым включали в рацион гомогенат трутневого расплода показали, что структура мышечной ткани соответствовала норме, в то время как у животных контрольной группы были обнаружены некоторые признаки дистрофических изменений, выражающиеся в признаках нарушения белкового и углеводного обменов, и слабо выраженного жирового обмена в тканях.

Таким образом, комплексный анализ свидетельствует о благоприятном влиянии гомогената трутневого расплода, который проявил себя как адаптоген с лучшим эффектом в дозировке 0,01 мл на 1 кг живой массы животного, которую вводили в рацион бычков III (опытной) группы.

Ключевые слова: апиадаптоген, гомогенат трутневого расплода, бычки, морфология, мышечное волокно, коллагеновые волокна, фибробласт, кровеносный сосуд, электронно-микроскопические исследования

Для цитирования: Миронова И.В., Хабибуллин Р.М., Хабибуллин И.М. Морфологические изменения в мышечной ткани бычков после применения апиадаптогена. *Аграрная наука*. 2026; 403 (02): 19–30.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-403-02-19-30>

Morphological changes in muscle tissue of bulls after the use of apiadaptogens

ABSTRACT

Relevance. This paper presents the results of a study examining the effect of an apiadaptogen on the performance of Bestuzhev bulls and morphological changes in muscle tissue.

Methods. The bulls were given drone brood homogenate as a tincture in their basic diet at a dose of 0.005 ml per 1 kg of body weight for Group II (experimental), 0.01 ml for Group III (experimental), and 0.015 ml per 1 kg of body weight for Group IV (experimental). Group I was the control group. The effectiveness of the test component was determined based on a range of intravital parameters, including live weight, average daily gain, slaughter indicators, chemical composition, the biological value of carcass flesh and raw fat, and morphological changes in muscle tissue.

Results. The change in live weight indicates that at the age of 18 months, the young animals of the III (experimental) group surpassed all their peers: I (control) group — by 22.1 kg, II (experimental) — by 9.5 kg and IV (experimental) group — by 1.7 kg, in terms of absolute live weight gain over the entire experimental period — by 22.1 kg; 9.4 and 1.8 kg, respectively. In all age periods, among the young animals of the experimental groups, the Bestuzhev breed bulls of the III (experimental) group demonstrated a higher average daily gain, amounting to 696.70 to 797.80 g. Slaughter qualities and chemical composition of the longissimus dorsi muscle were better in animals of the III (experimental) group, whose diet included drone brood homogenate at a dose of 0.01 ml / kg of body weight.

Histological examination of muscle tissue from bulls fed drone brood homogenate revealed normal muscle structure, while control animals showed some signs of dystrophic changes, including impaired protein and carbohydrate metabolism and mild lipid metabolism.

Thus, a comprehensive analysis demonstrates the beneficial effects of drone brood homogenate, which demonstrated its adaptogenic properties with the best results at a dosage of 0.01 ml per 1 kg of live weight, which was administered to bulls in Group III (experimental).

Key words: adaptogens, safflower leucea, drone homogenate, pantocrine, gobies, morphology, liver, hepatocytes

For citation: Mironova I.V., Khabibullin R.M., Khabibullin I.M. Morphological changes in muscle tissue of bulls after the use of apiadaptogen. *Agrarian science*. 2026; 403 (02): 19–30 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-403-02-19-30>

Введение/Introduction

В России активно ведется работа по совершенствованию отрасли мясного животноводства [1–3], так как она играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности государства и занимает приоритетное положение среди прочих направлений агропромышленного комплекса [4–7].

Современное развитие животноводческой отрасли показывает необходимость преодоления ряда препятствий для полного раскрытия потенциала мясного скотоводства и переработки продукции животного происхождения [8–10].

Особое значение уделяется качеству конечного продукта [11–15].

Для эффективного функционирования промышленных ферм важно обеспечить стабильную кормовую базу, оптимизировать рационы питания доступными методами, направленными на снижение себестоимости единицы продукции [16–18].

Многие ученые занимаются изучением вопросов адаптации сельскохозяйственных животных, исследуя влияние неблагоприятных внешних условий на производство сельскохозяйственной продукции.

Важнейшую роль здесь играет иммунная система, обеспечивающая регуляцию метаболизма организма животного и поддерживающая его устойчивость к внешним воздействиям [19–21].

Эффективность препаратов и добавок с адаптогенным действием особенно заметна в периоды интенсивного роста и формирования основных функций организма животных [22–28].

Среди натуральных адаптогенов выделяется гомогенат трутневого расплода, содержащий сбалансированный комплекс важных биоактивных компонентов, таких как белки, жиры, аминокислоты, гормональные вещества и ферменты [29–33].

Трутневый расплод (гомогенат), обладающий богатым составом биологически активных соединений, таких как белки, аминокислоты, нуклеиновые кислоты, разнообразные ферменты, фосфолипиды, стероиды, углеводы, флавоноиды, широкий спектр минеральных элементов, а также водо- и жирорастворимые витамины, относится к числу перспективных адаптогенов, изучению которых уделяют особое внимание российские исследователи [34].

Большинство исследований сосредоточено на изучении отдельных физиологических механизмов, игнорируя их воздействие на процессы морфогенеза. Чтобы эффективно предотвращать стрессы у животных, требуются всесторонние знания о физиологии организма в условиях применения адаптогенов разного типа [35–37].

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В эксперименте по установлению оптимальной дозировки природного адаптогена проводился научно-хозяйственный опыт в Караидельском районе Республики Башкортостан Российской Федерации (с. Подлубово, КФХ ИП Габдуллин).

Для этого бычкам бестужевской породы на протяжении всего опыта, который длился 12 мес (с 2020 по 2021 г.), были созданы одинаковые условия содержания.

40 отобранных объектов исследования разделили на 4 равные группы по 10 бычков в каждой методом пар-аналогов (Овсянников А.И., 1976)¹.

Всем группам присвоили номера: I — контрольная, II, III и IV — опытные.

Материал для проведения эксперимента: гомогенат трутневого расплода (тестируемый препарат). Препарат использовали в виде настойки и задавали животным в утренние часы. Дозу изучаемого препарата рассчитывали по правилу Кларка исходя из массы животного².

Расчет показал, что норма введения адаптогена для группы II составляла 0,005 мл, III — 0,01 мл и IV — 0,015 мл на 1 кг массы тела животного. Рассчитанный объем настойки для каждой группы молодняка растворяли в 200 мл воды и задавали с питьем.

Тестируемый препарат животные получали в течение двух недель с перерывом в две недели¹.

Рационы составляли по детализированным нормам кормления, и по питательности они были сходными для всех групп животных³. При подборе учитывали физиологическое состояние животных, качество кормов, уровень продуктивности и периодически корректировали. Балансирование состава рационов проводилось в программе, предназначенной для расчета его питательности, планирования заготовок и расхода кормов для различных периодов содержания животных.

Рост бычков фиксировали по данным индивидуальных взвешиваний⁴ в утренние часы до кормления и поения. Линейный рост изучали на основании взятия основных промеров⁵.

Контрольный убой бычков для определения их мясной продуктивности осуществлялся в полугодовалом возрасте (по три животных из каждой группы) по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП⁶.

Химический состав средней пробы мякоти туши и длиннейшей мышцы спины оценивали по рекомендации ВНИИМП⁷.

Особое внимание уделили гистологическим исследованиям (Olympus, Япония), которые проводили общепринятыми в гистологии методами с

¹ Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве М.: Колос, 1976; 303 с.

² Clark's Rule (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541104/>)

³ Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных справочное пособие / сост. А. П. Калашников и др.; под ред. А. П. Калашникова и др. 2003; 455 с.

⁴ Весовое хозяйство поверено ФБУ «ЦСМ им. А.М. Муратшина в Республике Башкортостан»

⁵ Любимов А.И. и др. Практикум по разведению сельскохозяйственных животных. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. 2012.

⁶ Методика изучения откормочных и мясных качеств крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП. М., 1977; 15 с.

⁷ Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса убойного скота. Оренбург: ВНИИМС. 1984; 58 с.

последующей окраской парафиновых срезов гематоксилином и эозином и по методу Ван Гизона⁸.

Гистологические исследования проведены в лаборатории Башкирского ГАУ (Уфа, Россия).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов^{9, 10} и Guide for the Care and Use of Laboratory Animals¹¹.

При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Полученные цифровые данные статистически обработаны с помощью компьютерной программы Microsoft Excel (США) с определением критерия достоверности Стьюдента. Достоверность результата считали при $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Одним из важнейших показателей в сельскохозяйственной практике при выращивании бычков является живая масса животного.

В связи с этим, особое внимание, наряду с породой и генотипом, необходимо уделить условиям содержания и кормлению, которое оказывает существенное влияние на продуктивные показатели.

Для более эффективной реализации генетического потенциала бычков бестужевской породы применение биологически активных продуктов пчеловодства вполне оправдано.

В наших исследованиях было установлено благоприятное воздействие разных доз тестируемой добавки на изучаемый комплекс показателей.

При постановке бычков бестужевской породы на опыт живая масса во всех изучаемых группах была практически на одном уровне в пределах 175,4 кг.

При переводе на доразривание у молодняка уже определились межгрупповые изменения, и наиболее высокая живая масса отмечалась у животных III опытной группы (238,8 кг), что указывает на положительное влияние тестируемой биологически активной добавки.

Преимущество бычков III опытной группы сохранилось при сравнительной оценке уровня живой массы и в двенадцатимесячном возрасте. Так, живая масса бычков III опытной группы достигла 307,1 кг, что выше, чем у аналогов I (контрольной) группы на 7,7 кг (2,57%), II (опытной) — на 3,6 кг (1,19%) и IV (опытной) — на 0,7 кг (0,23%).

Более высокую динамику можно заметить и в последующие периоды. Так, в 15-месячном возрасте у бычков III (опытной) группы живая масса составляла 379,7 кг, превосходя аналогов из I (контрольной) группы на 14,3 кг (3,91%), II (опытной) группы — на 6,3 кг (1,69%) и IV (опытной) группы — на 1,2 кг (3,17%).

В 18-месячном возрасте, являющемся заключительным периодом выращивания бычков, наблюдалась аналогичная тенденция превосходства молодняка III (опытной) группы. Их живая масса составляла 451,8 кг, что выше, чем у сверстников I (контрольной) группы на 22,1 кг (5,14%), II (опытной) — на 9,5 кг (2,15%) и IV (опытной) группы — на 1,7 кг (0,38%).

Применение биологически активного компонента в рационе животных демонстрирует положительное влияние на динамику живой массы во все возрастные периоды, что подтверждает ранее выдвинутую нами гипотезу.

Анализ данных среднесуточного прироста живой массы свидетельствует о том, что в возрастной период от шести до девяти месяцев наибольшие показатели замечены у молодняка III группы, составив 696,70 г, что больше, чем у аналогов I (контрольной) группы — на 34,06 г (5,14%), II (опытной) группы — на 15,38 г (2,26%) и IV (опытной) группы — на 3,29 г (0,47%), а в период от пятнадцати до восемнадцати достигла 792,31 г и превзошла аналогов на 85,72 г (12,13%); 35,17 г (4,65%) и 5,5 г (0,70%) соответственно.

Увеличение среднесуточного прироста живой массы во всех группах происходило до пятнадцати месячного возраста, в то время как в период с 9 до 12 месяцев интенсивность роста отмечалась небольшими изменениями и составила в I (контрольной) группе 697,80 г; во II (опытной) группе — 727,47 г; в III (опытной) группе — 750,55 г и IV (опытной) группе — 745,05 г.

Наибольшее увеличение интенсивности роста у бычков бестужевской породы наблюдается в возрастной период с двенадцати до пятнадцати месяцев. У молодняка III (опытной) группы изучаемый показатель был выше, чем у сверстников I (контрольной) группы на 70,33 г (9,67%); II (опытной) группы — на 29,67 г (3,86%); и IV (опытной) — на 5,49 г (0,69%).

В заключительный период, независимо от способа организации кормления, интенсивность роста бычков всех групп снизилась, что связано с обменными процессами. В возрастной период от пятнадцати до восемнадцати месяцев наибольшие показатели замечены у молодняка III (опытной) группы, составив 792,31 г, что больше, чем у

⁸ Рева Г.В., Рева И.В., Недобыльская Ю.П. Гистология, цитология, эмбриология: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по специальностям «лечебное дело», «медицинская биофизика», «медицинская биохимия». Владивосток: Издательство ДВФУ. 2015.

⁹ ГОСТ 34088-2017 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за сельскохозяйственными животными.

¹⁰ Федеральный закон от 27.12.2018 N 498-ФЗ (ред. от 08.08.2024) Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации

¹¹ Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (<https://grants.nih.gov/grants/olaw/guide-for-the-care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>)

аналогов I (контрольной) группы — на 85,72 г (12,13%), II (опытной) группы — на 35,17 г (4,65%) и IV (опытной) группы — на 5,5 г (0,70%). В тоже время установленная ранее межгрупповая динамика различий сохранилась. Данная закономерность прослеживается и за весь период опыта. Так, молодняк I (контрольной) группы за весь период уступал бычкам II (опытной) группы на 34,8 г (4,99%), III (опытной) группы — на 60,55 г (8,69%), IV (опытной) группы — на 55,62 г (7,98%).

Установлено, что у молодняка опытных групп убойные показатели были выше, чем в контроле. Так, предубойная живая масса у бычков I (контрольной) группы составляла 437,7 кг, что ниже, чем у сверстников II–IV (опытных) групп на 9,30–13,60 кг (2,12–3,11%); масса туши — 234,8 кг, что ниже на 6,70–11,50 кг (2,85–4,90%), выход туши — 53,6%, что ниже на 0,4–1,0%, убойная масса — 250,1 кг, что ниже на 6,5–10,6 кг (2,60–4,24%), убойный выход — 57,1%, что ниже на 0,3–0,7%. Молодняк III (опытной) группы при использовании гомогената трутневого расплода в виде настойки — 0,01 мл на 1 кг живой массы животного в сутки отличался лучшими убойными качествами в сравнении со сверстниками I (контрольной), II и IV (опытных) групп.

Анализ химического состава средних образцов фарша показал определенные различия между группами. В мясе молодняка опытных групп наблюдалось увеличение концентрации сухого вещества и снижение влаги. Так, содержание сухого вещества у бычков I (контрольной) группы составляло 30,77%, что ниже, чем у опытных аналогов на 0,40–1,06%, белка — 18,38%, что ниже на 0,13–0,48%, жира — 11,48%, что ниже на 0,26–0,56% ($P \leq 0,05$). Молодняк опытных групп занимал лидирующие позиции по содержанию триптофана. Так, у бычков I (контрольной) группы данный показатель составлял 360 мг%, превосходя опытных аналогов на 6,89–24,33 мг%. У контрольного молодняка содержание оксипролина составляло 52,40 мг%, что выше, чем у особей II, III и IV (опытных) групп на 0,56 мг%, 0,90 мг% и 0,79 мг% соответственно. При оценке качества белка важно учитывать соотношение триптофана к оксипролину. В цифровом выражении у бычков I (контрольной) группы данный показатель достиг значения 6,92, II (опытной) группы — 7,18, III (опытной) группы — 7,56 и IV (опытной) группы — 7,51.

В эксперименте были отобраны образцы околопочечного, межмышечного и подкожного жира-сырца. Содержание влаги в контрольном образце околопочечного жира-сырца составляло 12,73%, что выше, чем в опытных образцах на 0,73–1,42%; жира — 85,17%; белка — 1,90%; золы — 0,20%; энергетическая ценность — 33,49 МДж/г, что ниже соответственно на 0,60–1,27%, 0,06–0,13%, 0,01–0,02% ($P \leq 0,05$) и 0,27–0,52 МДж (0,81–1,55%). Аналогичная закономерность установлена и по составу межмышечного жира-сырца.

Анализ химического состава подкожного жира указывает на то, что содержание сухого вещества в контрольном образце составляло 86,27%, что ниже в сравнении с III опытным образцом на 0,84%; жира — 81,09% и ниже на 0,48%; белка — 5,02% и ниже на 0,35%; энергетическая ценность 1 кг жира — 32,44 МДж и ниже на 0,24 МДж/кг (0,74%), в то время как во II опытном образце по сравнению с контрольным разница составляла — 0,38%; 0,17%; 0,19%; 0,10 МДж/кг (0,31%), в IV опытном образце — 0,76%; 0,42%; 0,31% и 0,21 МДж/кг (0,65%), соответственно.

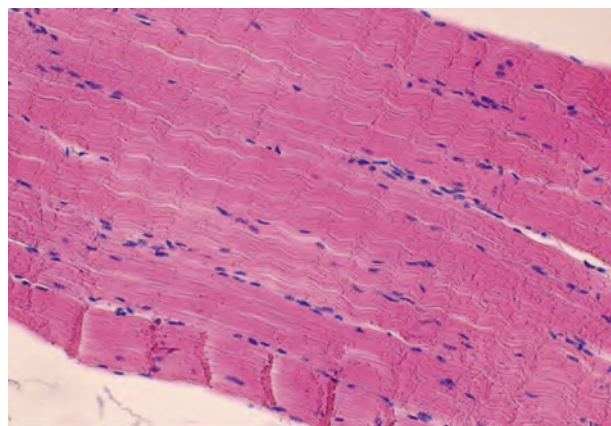
Таким образом, состав и энергетическая ценность жира-сырца бычков всех подопытных групп удовлетворяли требованиям. При этом у молодняка опытных групп наблюдалось лучшее отложение жира в туше, что является важным биологическим показателем.

Скелетная мышечная ткань животных I контрольной группы в большинстве исследованных участков на гистологических препаратах в основном соответствовала норме (рисунок 1).

Ткань формировали пучки мышечных волокон с характерной поперечной исчерченностью, которая обусловлена чередованием темных и светлых дисков, и хорошо просматривается на больших увеличениях светового микроскопа. Мышечные пучки располагались многочисленными параллельными рядами. Множество вытянутых базофильно окрашивающихся ядер миоцитов располагались чаще всего в их периферийных зонах под сарколеммой (клеточной оболочкой). Многоядерные мышечные волокна формировали так называемые миосимпласты. Каждое мышечное волокно было одето в тонкий слой эндомизия, представленного очень рыхлой светлой тканью с редкими тонкими волокнистыми структурами. Четко на гистологических препаратах эндомизий не просматривался, так как мышечные волокна характерно лежали довольно близко и плотно относительно друг друга.

Рис. 1. Структура неизменной скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография. Увел. X200.

Fig. 1. Structure of unchanged skeletal muscle tissue of an animal from Group I (control). Hematoxylin and eosin staining. Micrograph. Magnification: X200.



Несмотря на то, что в большей части исследуемая ткань соответствовала норме, в отдельных мышечных пучках были заметны признаки дистрофических процессов.

Одним из признаков было набухание эндомизия, которое проявлялось в сильном просветлении промежутков между немного набухшими мышечными волокнами (рисунок 2).

Местами эти промежутки были шире самих мышечных волокон. В некоторых таких зонах просматривались небольшие скопления полиморфных клеток.

При окраске препаратов по методу Ван-Гизону вследствие дистрофических процессов в таких участках изменялись тинкториальные свойства (специфичность окрашивания тканей) мышечной ткани, пикрофуксин окрашивал мышечные волокна в оранжево-красноватые тона вместо специфичного ярко-желтого цвета (рисунок 3).

Рис. 2. Структура скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Отек эндомизия (Э) с наличием полиморфных клеток (↑). Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография. Увел. X400.

Fig. 2. Structure of skeletal muscle tissue of the animal from group I (control). Edema of the endomysium (E) with the presence of polymorphic cells (↑). Hematoxylin and eosin staining. Micrograph. Magnification: X400.

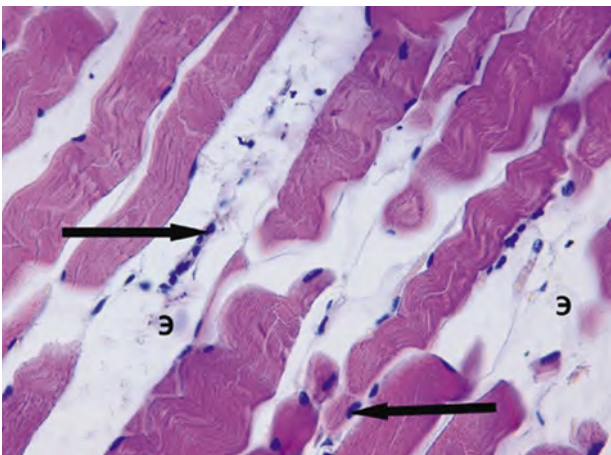
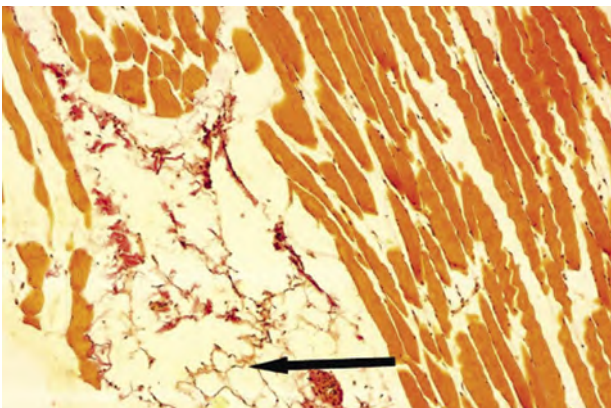


Рис. 3. Структура скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Изменение тинкториальных свойств мышечной ткани, жировая дистрофия (↑). Окраска по Ван-Гизону. Микрофотография. Увел.: X100.

Fig. 3. Structure of skeletal muscle tissue of the animal from group I (control). Changes in tinctorial properties of muscle tissue, fatty degeneration (↑). Van Gieson staining. Micrograph. Magnification: X100.



На этом же рисунке видны участки с признаками выраженной жировой дистрофии.

Вокруг отдельных мышечных пучков также определялся отек перимизия — более плотной соединительнотканной оболочки, обычно состоящей из более грубых волокнистых структур, между которыми содержатся кровеносные, лимфатические сосуды, а также нервные волокна (рисунок 4).

В таких участках кровеносные сосуды были слабо расширены, с отечными стенками, многие сосуды кровенаполнены.

На электронно-микроскопическом уровне просматривались более тонкие детали скелетной мышечной ткани. Выявлялись участки мышечных волокон без ультраструктурных изменений. Каждая скелетная мышечная клетка представляет собой длинное мышечное волокно с большим количеством ядер в цитоплазме (саркоплазме), расположенных по периферии клетки (рисунок 5).

Рис. 4. Структура скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Отек перимизия (П), сосудистый стаз (↑). Окраска гематоксилином и эозином. Микрофотография. Увел. X200.

Fig. 4. Structure of skeletal muscle tissue of animal from the control group. Perimysium edema (P), vascular stasis (↑). Hematoxylin and eosin staining. Micrograph. Magnification: X200.

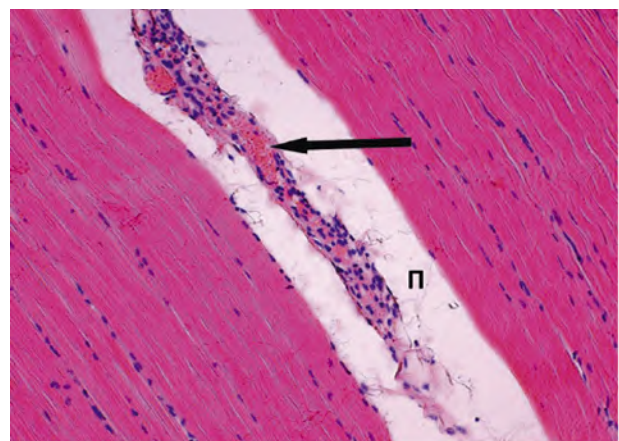
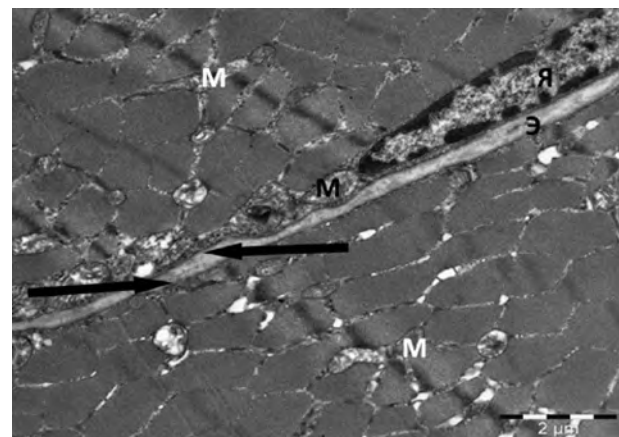


Рис. 5. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Ядро (Я), эндомизий (Э), митохондрии (М), сарколемма (↑). Электронная микрофотография. Увел. X6000.

Fig. 5. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of animal I (control) group. Nucleus (N), endomysium (E), mitochondria (M), sarcolemma (↑). Electron micrograph. Magnification X6000.



Мышечная клетка покрыта клеточной оболочкой (сарколеммой). Кроме ядер, в саркоплазме имеется большое количество округлых, овальных или вытянутых митохондрий с многочисленными тонкими кристами, некоторое количество рибосом и полирибосом, а также гранул гликогена (рисунок 6).

Кроме этого, по всей длине клетки в саркоплазме вдоль клеточной сарколеммы содержится множество компактно лежащих миофибрилл, состоящих из миофиламентов актина и миозина, а между ними — множество мелких и оптически темных митохондрий.

Просматривающиеся при световой микроскопии чередования темных и светлых полос в скелетном мышечном волокне определяются регулярным чередованием в миофибриллах различно преломляющих свет участков (дисков) — изотропных и анизотропных — светлых (I) и темных (A) дисков (рисунок 7).

Известно, что А-диски образованы нитями миозина, а I-диски — нитями актина. В центре I-дисков

видна темная Z-линия. Участок между соседними Z-линиями называется саркомером, который является структурным элементом миофибрилл.

Кроме названных органелл, в скелетном мышечном волокне имеются специфические впячивания саркоплазмы внутрь клетки, так называемые Т-трубочки, пересекающие мышечное волокно и связанные с саркоплазматическим ретикулюмом.

Если в эндомизии тонких коллагеновых волокон не так много, то в перимизии коллагеновые фибриллы сложены в довольно плотные пучки средних размеров (рисунок 8).

Среди пучков коллагеновых волокон определяются вытянутые фибробластические клетки с большим количеством вытянутых каналов гранулярного эндоплазматического ретикулула, а также тонкостенные кровеносные сосуды с типичным для них строением.

В отдельных участках определяются пучки миелинизированных нервных волокон (рисунок 9).

Рис. 6. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Ядро (Я), эндомизий (Э), митохондрии (М), рибосомы (Р), миофибриллы (Мф), гликоген (†). Электронная микрофотография. Увел.Х6000.

Fig. 6. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of animal I (control) group. Nucleus (N), endomysium (E), mitochondria (M), ribosomes (R), myofibrils (Mf), glycogen (†). Electron micrograph. Magnification X6000.

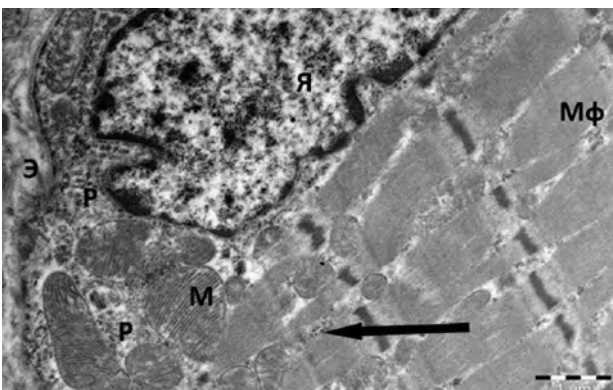


Рис. 7. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Изотропные светлые диски (I), анизотропные темные диски (A), темная Z-линия (†), митохондрии (M). Электронная микрофотография. Увел.Х6000.

Fig. 7. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of animal I (control) group. Isotropic light disks (I), anisotropic dark disks (A), dark Z-line (†), mitochondria (M). Electron micrograph. Magnification X6000.

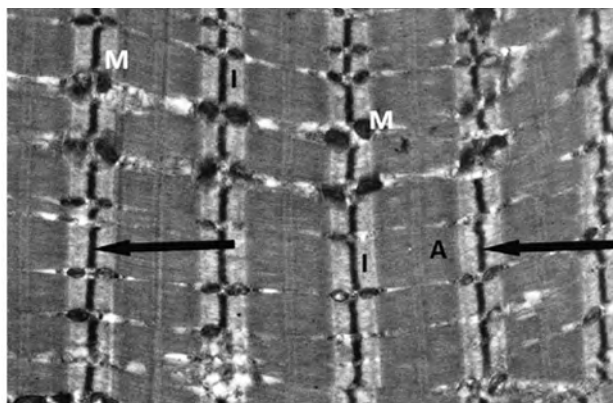


Рис. 8. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Перимизий (П), мышечное волокно (Мв), ядро мышечной клетки (Я); коллагеновые волокна (Кв), фибробласт (Ф), сарколемма (†). Электронная микрофотография. Увел.Х8000.

Fig. 8. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of animal I (control) group. Perimysium (P), muscle fiber (MF), muscle cell nucleus (N); collagen fibers (CF), fibroblast (F), sarcolemma (†). Electron micrograph. Magnification X8000.

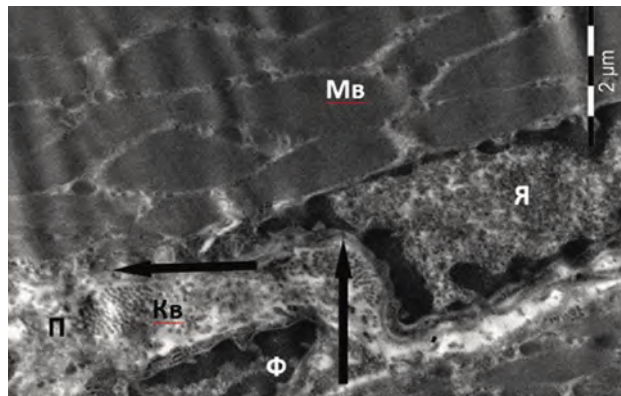
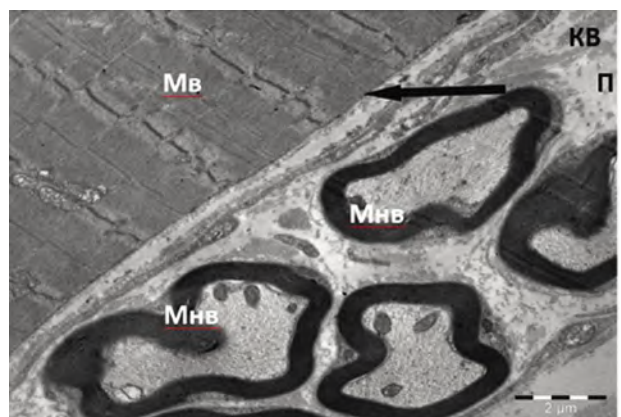


Рис. 9. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Перимизий (П), мышечное волокно (Мв), коллагеновые волокна (Кв), миелиновое нервное волокно (Мнв), сарколемма (†). Электронная микрофотография. Увел.Х6000.

Fig. 9. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of animal I (control) group. Perimysium (P), muscle fiber (MF), collagen fibers (CF), myelinated nerve fiber (MNF), sarcolemma (†). Electron micrograph. Magnification X6000.



При изучении участков мышечной ткани с признаками дистрофических процессов на ультраструктурном уровне было выявлено опустошение и отек саркоплазмы миоцитов, особенно это заметно было вокруг ядер (рисунок 10).

Резко уменьшалось количество митохондрий, они становились очень темными, кристы не просматривались, исчезали рибосомы и полирибосомы, а также гранулы гликогена. Ядра миоцитов сильно просветлялись, часть хроматина подвергалась деструкции. Пучки миофибрилл в саркоплазме истончались, между ними определялись островки отечных участков.

Z-линии в таких местах сильно истончались.

В отдельных отечных участках определялось заметное расширение канальцев саркоплазматического ретикулума наряду с просветлением матрикса митохондрий и разрушением крист внутри них (рисунок 11).

Рис. 10. Дистрофические изменения в скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. ядро (Я); перимизий (П), мышечное волокно (Мв), разрушение органелл в саркоплазме и опустошение цитозоля (↑); истончение Z-линий (Z). Электронная микрофотография. Увел. X6000.

Fig. 10. Dystrophic changes in the skeletal muscle tissue of animals of group I (control). nucleus (N); perimysium (P), muscle fiber (MF), destruction of organelles in the sarcoplasm and depletion of the cytosol (↑); thinning of the Z-lines (Z). Electron micrograph. Magnification X6000.

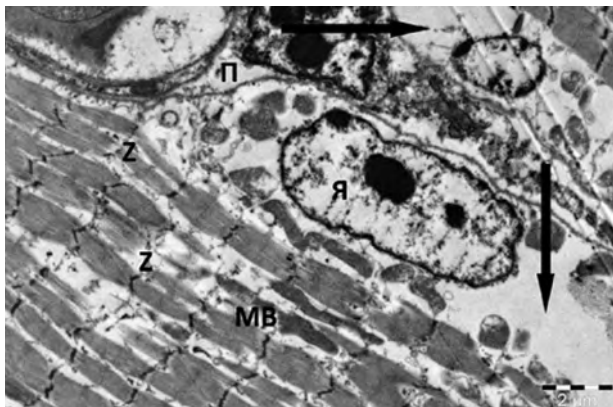
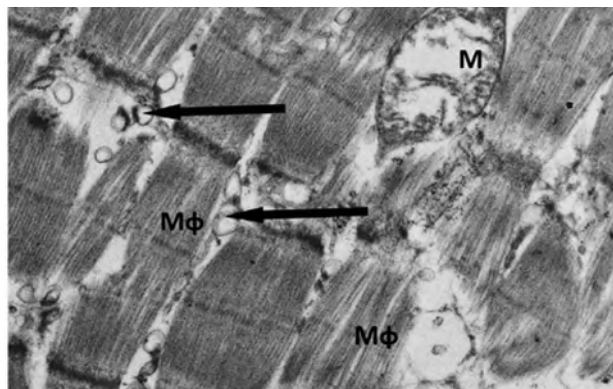


Рис. 11. Дистрофические изменения в скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Расширение канальцев саркоплазматического ретикулума (↑), митохондрии (М), миофибриллы (Мф). Электронная микрофотография. Увел. X8000.

Fig. 11. Dystrophic changes in the skeletal muscle tissue of animals of group I (control). Dilatation of the sarcoplasmic reticulum tubules (↑), mitochondria (M), myofibrils (Mf). Electron micrograph. Magnification X8000.



Одним из признаков дистрофических изменений было набухание эндомизия, который расширялся за счет этого.

Это проявлялось в сильном просветлении промежутков между набухшими мышечными волокнами (рисунок 12).

Таким образом, комплексные морфологические исследования показали, что у животных контрольной группы скелетная мышечная ткань характеризуется наличием как неизмененных по структуре участков, так и отдельных участков с дистрофическими изменениями, выражающимися в признаках нарушения белкового и углеводного обменов, и слабо выраженного жирового обмена.

В группе животных, которые получали гомогенат трутневого расплода, в скелетной мышечной ткани патологических изменений не выявлено, и ткань в основном соответствует норме (рисунок 13).

Рис. 12. Дистрофические изменения в скелетной мышечной ткани животного I (контрольной) группы. Ядро (Я), эндомизий (Э), митохондрии (М), миофибриллы (Мф), сарколемма (↑). Электронная микрофотография. Увел. X6000.

Fig. 12. Dystrophic changes in the skeletal muscle tissue of animals of group I (control). Nucleus (N), endomysium (E), mitochondria (M), myofibrils (Mf), sarcolemma (↑). Electron micrograph. Magnification X6000.

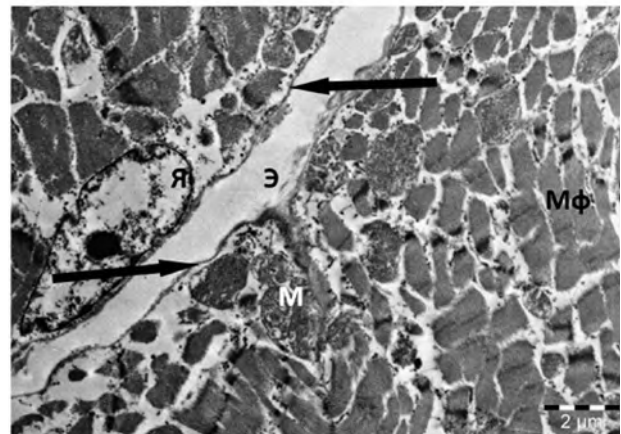
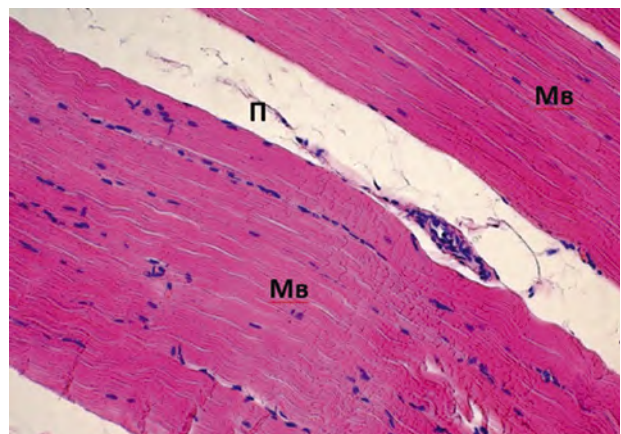


Рис. 13. Структура неизменной скелетной мышечной ткани животного после применения гомогената трутневого расплода. Перимизий (П), мышечные волокна (Мв). Окраска гематоксилин-эозином. Микрофотография. Увел. X200.

Fig. 13. Structure of unchanged skeletal muscle tissue of an animal after application of drone brood homogenate. Perimysium (P), muscle fibers (MF). Hematoxylin and eosin staining. Micrograph. Magnification: X200.



Мышечные клетки в виде вытянутых волокнистых структур под сарколеммой содержат многочисленные удлиненные ядра. Каждое мышечное волокно покрыто тонким слоем сарколеммы (клеточной оболочки), которая на гистологических препаратах четко не просматривается. Между волокнами определяется очень тонкая полоска светлого эндомизия.

Пучки мышечных волокон окружены тонкими прослойками соединительной ткани — перимизием, который содержит кровеносные сосуды и нервные волокна типичной структуры (рисунок 14).

Несколько многоядерных мышечных волокон формируют миосимпласты.

Тинкториальные свойства скелетной мышечной ткани животных данной группы не изменены, при окраске гистологических препаратов по методу

Ван-Гизон пикрофуксином они окрашиваются в ярко-желтый цвет (рисунок 15).

В это же время соединительнотканые прослойки специфично окрашивались в ярко-красные тона.

На ультраструктурном уровне изменений в строении скелетных мышечных волокон нами не выявлено.

В электронном микроскопе хорошо просматривается поперечная исчерченность мышечных клеток из темных А-полос и светлых I — полос с Z-линиями, располагающимися на одном уровне (рисунок 16).

Мышечные клетки представляют собой длинное мышечное волокно с большим количеством ядер в цитоплазме (саркоплазме), они располагаются по краю клеток (рисунок 17).

Рис. 14. Структура скелетной мышечной ткани животного после применения гомогената трутневого расплода. Перимизий (П) с кровеносными сосудами (↑), мышечные волокна (МВ). Окраска гематоксилин-эозином. Микрофотография. Увел. X400.

Fig. 14. Structure of skeletal muscle tissue of an animal after application of drone brood homogenate. Perimysium (P) with blood vessels (↑), muscle fibers (MF). Hematoxylin and eosin staining. Micrograph. Magnification: X400.

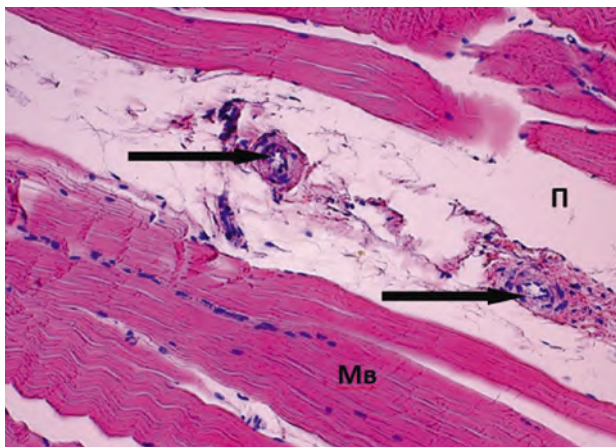


Рис. 15. Структура скелетной мышечной ткани животного после применения гомогената трутневого расплода. Сохранение тинкториальных свойств мышечной ткани. Окраска по Ван-Гизону. Микрофотография. Увел. X100.

Fig. 15. Structure of skeletal muscle tissue of an animal after application of drone brood homogenate. Preservation of tinctorial properties of muscle tissue. Van Gieson staining. Micrograph. Magnification: X100.

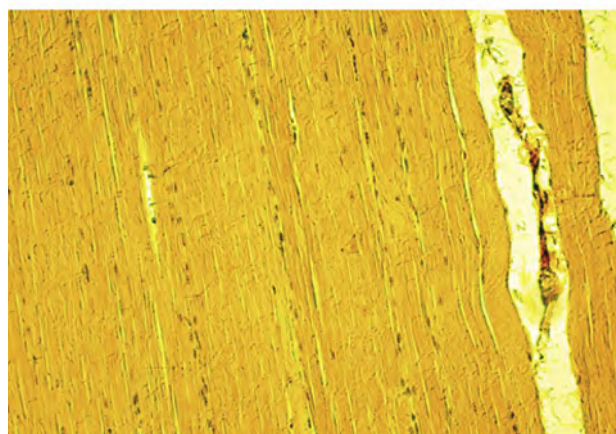


Рис. 16. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного после применения гомогената трутневого расплода. Изотропные светлые диски (I), анизотропные темные диски (A), темная Z-линия (↑), митохондрии (M). Электронная микрофотография. Увел. X5000.

Fig. 16. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of an animal after application of drone brood homogenate. Isotropic light disks (I), anisotropic dark disks (A), dark Z-line (↑), mitochondria (M). Electron micrograph. Magnification X5000.

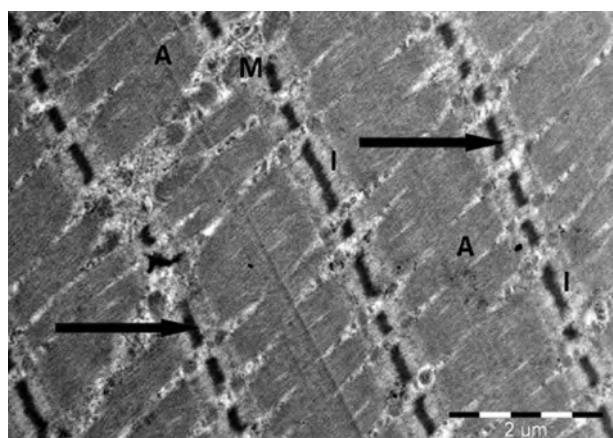


Рис. 17. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного после применения гомогената трутневого расплода. Ядро (Я), митохондрии (M), сарколемма (↑). Электронная микрофотография. Увел. X4000.

Fig. 17. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of an animal after application of drone brood homogenate. Nucleus (N), mitochondria (M), sarcolemma (↑). Electron micrograph. Magnification X4000.

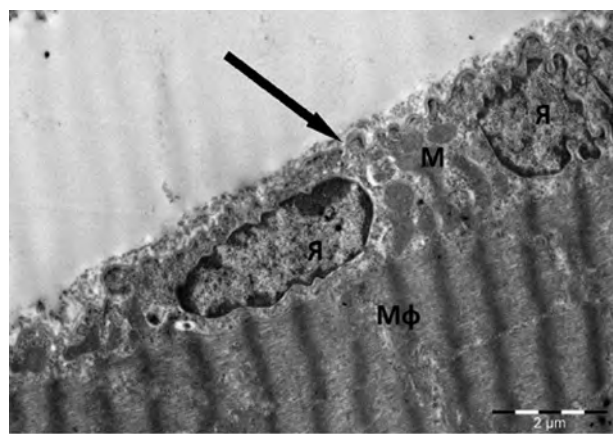
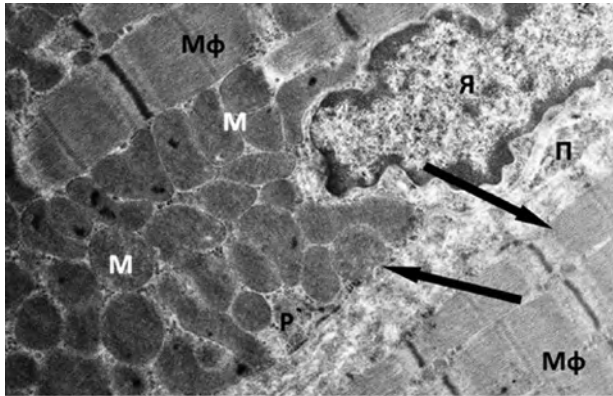


Рис. 18. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного после применения гомогената трутневого расплода. Ядро (Я), митохондрии (М), миофибриллы (Мф), рибосомы (Р), сарколемма (↑). Электронная микрофотография. Увел. X6000.

Fig. 18. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of an animal after application of drone brood homogenate. Nucleus (N), mitochondria (M), myofibrils (Mf), ribosomes (R), sarcolemma (↑). Electron micrograph. Magnification: X6000.



Каждая мышечная клетка покрыта сверху плотной тонкой клеточной оболочкой (сарколеммой).

Около ядер в саркоплазме выявляется большое количество округлых, овальных или вытянутых митохондрий с многочисленными тонкими кристами, некоторое количество рибосом и полирибосом, а также гранул гликогена (рисунок 18).

В саркоплазме вдоль клеточной сарколеммы содержится множество компактно лежащих миофибрилл, состоящих из миофиламентов актина и миозина, а между ними множество мелких и темных митохондрий. Участок между соседними Z-линиями называется саркомером, который является структурным элементом миофибрилл. Кроме названных органелл, в скелетном мышечном волокне имеются специфические впячивания сарколеммы внутрь клетки, так называемые Т-трубочки, пересекающие мышечное волокно и связанные с саркоплазматическим ретикуломом. В норме эти элементы в электронном микроскопе почти не видны, так как они сжаты между пучками миофибрилл.

В перимизии коллагеновые фибриллы сложены в относительно плотные пучки средних размеров, а среди пучков коллагеновых волокон определяются фибробластические клетки с большим количеством рибосом и каналов гранулярного эндоплазматического ретикулума (рисунок 19).

Кроме них, в перимизии встречаются тонкостенные кровеносные сосуды с типичным для них строением, а также могут выявляться пучки миелинизированных и немиелинизированных нервных волокон (рисунок 20).

Выводы/Conclusions

Введение в основной рацион бычков бестужевской породы гомогената трутневого расплода в форме настойки оказывает дозозависимое положительное влияние на их продуктивные показатели. Наибольшая эффективность установлена для

Рис. 19. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного после применения гомогената трутневого расплода. Перимизий (П), мышечное волокно (Мв), коллагеновые волокна (Кв), фибробласт (Ф), кровеносный сосуд (Кс), сарколемма (↑). Электронная микрофотография. Увел. X2000.

Fig. 19. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of an animal after application of drone brood homogenate. Perimysium (P), muscle fiber (MF), collagen fibers (CF), fibroblast (F), blood vessel (BV), sarcolemma (↑). Electron micrograph. Magnification: X2000.

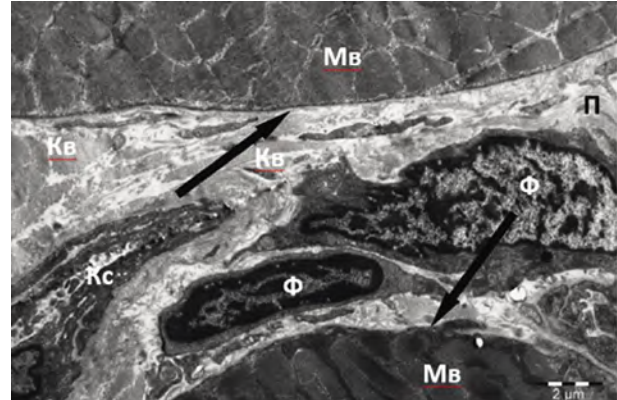
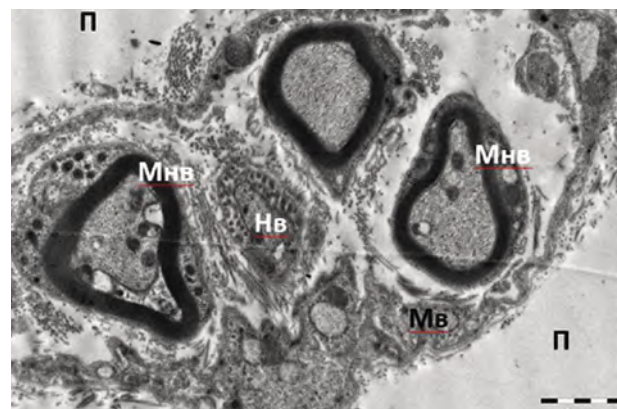


Рис. 20. Ультраструктура скелетной мышечной ткани животного после применения гомогената трутневого расплода. Коллагеновые волокна (Кв), миелиновое нервное волокно (Мнв), немиелинизированное нервное волокно (Нв) в перимизии (П). Электронная микрофотография. Увел. X3000.

Fig. 20. Ultrastructure of skeletal muscle tissue of an animal after application of drone brood homogenate. Collagen fibers (Cf), myelinated nerve fiber (MNF), unmyelinated nerve fiber (UF) in the perimysium (P). Electron micrograph. Magnification: X3000.



дозировки 0,01 мл/кг живой массы тела (III опытная группа).

Бычки III опытной группы достоверно превосходили аналогов контрольной группы по живой массе в 18-месячном возрасте на 22,1 кг (5,14%) и демонстрировали более высокий среднесуточный прирост на протяжении всего периода опыта (максимально 797,80 г).

Применение гомогената в оптимальной дозе (0,01 мл/кг) способствовало улучшению убойных показателей: повышению предубойной массы, массы и выхода туши, а также убойного выхода по сравнению с контрольной группой.

Установлены позитивные изменения в качественном составе продукции. Мясо животных опытных групп, в особенности III группы, характеризовалось более высоким содержанием сухого

вещества, белка и жира, а также улучшенным соотношением триптофана к оксипролину, что указывает на повышенную биологическую ценность белка.

Гистологическое исследование подтвердило протекторное действие гомогената трутневого расплода на морфологию мышечной ткани. У животных III опытной группы структура скелетных мышц соответствовала норме без признаков дистрофии, в отличие от контрольной группы, где наблюдались отёк эндомизия и перимизия,

дистрофические изменения миоцитов и нарушения ультраструктуры органелл.

Таким образом, гомогенат трутневого расплода, проявляя свойства апиадаптогена в дозе 0,01 мл/кг живой массы, не только стимулирует рост и мясную продуктивность бычков, но и способствует поддержанию структурной целостности мышечной ткани, что в совокупности определяет его эффективность в качестве натуральной кормовой добавки в мясном скотоводстве.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гриценко С.А., Гриценко М.Д., Ребезов М.Б., Мухамбетов Д.Г., Хакназаров А.А.У. Мясная продуктивность бычков и особенности ее наследования в условиях промышленного производства. *Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния*. 2024; 4(9): 192–202. [https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4\(9\)_25](https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4(9)_25)
2. Никонова Е.А., Косилов В.И., Ребезов М.Б., Кубатбеков Т.С. Убойные качества тёлочек в зависимости от породной принадлежности. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2024; 5(109): 289–293. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2024-109-5-289-293>
3. Косилов В., Кубатбеков Т., Рахимжанова И., Седых Т., Ребезов М., Жаймышева С., Абдурасулов А. Линейный рост телок разных пород при интенсивном выращивании. *Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния*. 2024; 3(8): 105–114. [https://doi.org/10.52754/16948696_2024_3\(8\)_13](https://doi.org/10.52754/16948696_2024_3(8)_13)
4. Чинаров А.В. Резервы производства мяса: породное районирование мясного скотоводства в России. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020; 12: 23–26. <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2020-0-12-23-26>
5. Ильченко И. Мясное скотоводство нуждается в интенсивном развитии и здоровой конкуренции. *Эффективное животноводство*. 2021; 5 (171): 91–99. EDN DPUGCK
6. Осянин Д.Н. Петрунина И.В. Современное состояние и тенденции развития российского мясного скотоводства. *Мясная индустрия*. 2021; 4, 32–35. <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2021-04-32-35>
7. Ветровая Е.В., Ребезов М.Б., Топурия Г.М. Современное состояние и перспективы развития мясного скотоводства. *Молодой ученый*. 2015; 3(83): 107–110. EDN THQPYN
8. Губер Н.Б., Ребезов М.Б., Топурия Г.М. Минимизация рисков при внедрении технологических инноваций в мясной промышленности (на примере Южного Урала). *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*. 2014; 8(2): 180–188. EDN SGMJJP
9. Губер Н.Б., Ребезов М.Б., Топурия Г.М. Инструменты снижения рисков при реализации инновационных проектов в сфере продуктов питания животного происхождения. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*. 2014; 8(1): 156–159. EDN SAGIWF
10. Нагибина В.В., Ребезов М.Б., Ребезов Я.М. Оценка качества мясной продукции квалитетическим методом. *Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова*. 2015; 1: 331–332. EDN VBDLLR
11. Рахимжанова И.А., Косилов В.И., Губайдуллин Н.М., Газеев И.Р., Ребезов М.Б. Химический состав жировой ткани туши тёлочек разных пород. *Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния*. 2024; 4(9): 273–279. [https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4\(9\)_34](https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4(9)_34)
12. Рахимжанова И.А., Никонова Е.А., Ребезов М.Б., Миронова И.В., Гадиев Р.Р., Губайдуллин Н.М., Седых Т.А. Химический состав и энергетическая ценность мышечной ткани тёлочек разных генотипов. *Вестник Ошского государственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния*. 2023; 3: 94–100. https://doi.org/10.52754/16948696_2023_3_12

REFERENCES

1. Gritsenko S.A., Gritsenko M.D., Rebezov M.B., Mukhambetov D.G., Khaknazarov A.A.U. Meat productivity of young bulls and features of its inheritance under industrial production conditions. *Bulletin of Osh State University. Agriculture: agronomy, veterinary science and animal science*. 2024; 4(9): 192–202. [https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4\(9\)_25](https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4(9)_25)
2. Nikonova E.A., Kosilov V.I., Rebezov M.B., Kubatbekov T.S. Slaughter qualities of heifers depending on breed affiliation. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2024; 5(109): 289–293. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2024-109-5-289-293>
3. Kosilov V., Kubatbekov T., Rakhimzhanova I., Sedykh T., Rebezov M., Zhaimysheva S., Abdurasulov A. Linear growth of heifers of different breeds under intensive rearing. *Bulletin of Osh State University. Agriculture: agronomy, veterinary science and animal science*. 2024; 3(8): 105–114. [https://doi.org/10.52754/16948696_2024_3\(8\)_13](https://doi.org/10.52754/16948696_2024_3(8)_13)
4. Chinarov A.V. Meat production reserves: breed zoning of beef cattle breeding in Russia. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2020; 12: 23–26. <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2020-0-12-23-26>
5. Ilchenko I. Beef cattle breeding needs intensive development and healthy competition. *Effective Animal Husbandry*. 2021; 5 (171): 91–99. EDN DPUGCK
6. Osyaniy D.N. Petrunina I.V. Current state and development trends of Russian beef cattle breeding. *Meat Industry*. 2021; 4, 32–35. <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2021-04-32-35>
7. Vetrovaya E.V., Rebezov M.B., Topuria G.M. Current State and Development Prospects of Beef Cattle Breeding. *Young Scientist*. 2015; 3(83): 107–110. EDN THQPYN
8. Guber N.B., Rebezov M.B., Topuria G.M. Minimizing Risks in Implementing Technological Innovations in the Meat Industry (using the Southern Urals as an Example). *Bulletin of South Ural State University, Series "Economics and Management"*. 2014; 8(2): 180–188. EDN SGMJJP
9. Guber N.B., Rebezov M.B., Topuria G.M. Risk Mitigation Tools for Implementing Innovative Projects in the Field of Animal-Origin Food Products. *Bulletin of South Ural State University, Series "Economics and Management"*. 2014; 8(1): 156–159. EDN SAGIWF
10. Nagibina V.V., Rebezov M.B., Rebezov Ya.M. Quality Assessment of Meat Products Using a Qualimetric Method. *International Scientific and Practical Conference Dedicated to the Memory of Vasily Matveevich Gorbatov*. 2015; 1: 331–332. EDN VBDLLR
11. Rakhimzhanova I.A., Kosilov V.I., Gubaidullin N.M., Gazeev I.R., Rebezov M.B. Chemical composition of adipose tissue of carcasses of heifers of different breeds. *Bulletin of Osh State University. Agriculture: agronomy, veterinary medicine and animal science*. 2024; 4(9): 273–279. [https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4\(9\)_34](https://doi.org/10.52754/16948696_2024_4(9)_34)
12. Rakhimzhanova I.A., Nikonova E.A., Rebezov M.B., Mironova I.V., Gadiev R.R., Gubaidullin N.M., Sedykh T.A. Chemical composition and energy value of muscle tissue of heifers of different genotypes. *Bulletin of Osh State University. Agriculture: Agronomy, Veterinary Science, and Animal Science*. 2023; 3: 94–100. https://doi.org/10.52754/16948696_2023_3_12

13. Торшков А.А., Седых Т.А., Ребезов М.Б., Быкова О.А., Гадиев Р.Р., Фаткуллин Р.Р. Влияние генотипа телок на развитие естественно-анатомических частей полутуши телок разных генотипов. *Мичуринский агрономический вестник*. 2022; 4: 29–35. EDN ZTQZGH
14. Косилов В.И., Андриенко Д.А., Толочка В.В., Ребезов М.Б., Седых Т.А., Ермолова Е.М. Влияние скрещивания скота чёрно-пёстрой и казахской белоголовой пород на мясные качества помесей. *Мичуринский агрономический вестник*. 2020; (4): 18–23. EDN GAVUOM
15. Рахимжанова И.А., Косилов В.И., Габидуллин Н.М., Газеев И.Р., Ребезов М.Б. Пищевая ценность жировой ткани туши телок разных пород. *Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 15 ноября 2024 года*. Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2024; 206–209. EDN KCVYFB
16. Буяров В.С. Экономико-технологические аспекты производства продукции животноводства и птицеводства. *Вестник аграрной наук*. 2019; 6 (81): 77–88. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2019.6.77>
17. Насамбаев Е.Г., Ахметалиева А.Б., Нугманова А.Е., Досжанова А.О. Рост и развитие молодняка мясных пород в зависимости от породной принадлежности и сезона рождения. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020; 2 (82): 206–212. EDN LUEVIT
18. Квочкин А.Н., Квочкина В.И. О резервах развития мясного скотоводства. *Наука и Образование*. 2021; 4: 1. EDN GBXEYP
19. Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г., Кизаев М.А., Коваленко В.П., Бабичева И.А. Сравнительная оценка продуктивных качеств бычков различных пород в условиях откормочной площадки. *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова*. 2020; 2 (59): 53–61. <https://doi.org/10.34655/bgsha.2020.59.2.007>
20. Nikolaeva O., Andreeva A., Altynbekov O., Mishukovskaya G., Ismagilova E. Probiotic drugs impact on the innate immunity factors. *Journal of Global Pharma Technology*. 2020; 12(1): 38–45.
21. Khan A., Akram M., Zainab R., Thiruvengadam M., Daniyal M., Zakki S.A. *et al.* Anti-anxiety properties of selected medicinal plants. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2022; 23–8: 1041–1060. <https://doi.org/10.2174/1389201022666210122125131>
22. Gorelik V.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V., Knys I.V. Применение хитиновых препаратов для повышения продуктивности коров. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2025; (4): 191–195. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.4.191>
23. Урюмцева Т.И., Горелик О.В., Горелик А.С., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю. Весовой рост и сохранность телят на фоне применения минеральных кормовых добавок. *Аграрная наука*. 2024; 388(11): 55–61. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-55-61>
24. Горелик О.В., Горелик А.С., Урюмцева Т.И., Ребезов М.Б., Харлап С.Ю. Продуктивные качества коров на фоне применения минеральных кормовых добавок. *Аграрная наука*. 2024; 388(11): 67–74. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-67-74>
25. Зайцев В.В., Боголюбова Н.В., Короткий В.П., Зайцева Л.М., Кичапов К.А., Рыжов В.А. Влияние хвойно-энергетической добавки на антиоксидантный статус и белковый обмен у коров в транзитный период. *Аграрная наука*. 2025; 396 (07): 39–47. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47>
26. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Сафронова А.А. Влияние полиморфизмов генов гормона роста и тиреоглобулина на морфологический состав туши и биоконверсию кормов в мясную продукцию у герфордских бычков. *Аграрная наука*. 2025; 400 (11): 83–90. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-83-90>
27. Шейда Е.В., Кван О.В., Шошина О.В., Сечнев Ю.А., Топурия Л.Ю. Влияние протеолитических ферментов на степень усвоения питательных веществ в организме бычков. *Аграрная наука*. 2025; 397 (08): 39–44. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-39-44>
28. Тарасова Е.И., Сизова Е.А., Яушева Е.В., Лебедев С.В. Ассоциация полиморфизма rs8193046 гена TLR4 с элементарным составом сыворотки крови коров красной степной породы. *Аграрная наука*. 2025; 399 (10): 121–132. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-399-10-121-132>
29. Кайзер А.А. Содержание биологически активных веществ в пантах и рогах самцов северных оленей. *Сельскохозяйственная биология* 2006; 41–6: 53–57. EDN HVKPVF
13. Torshkov A.A., Sedykh T.A., Rebezov M.B., Bykova O.A., Gadiev R.R., Fatkullin R.R. Influence of Heifer Genotype on the Development of Natural Anatomical Parts of the Carcass of Heifers of Different Genotypes. *Michurinsky Agronomic Bulletin*. 2022; 4: 29–35. EDN ZTQZGH
14. Kosilov V.I., Andrienko D.A., Tolochka V.V., Rebezov M.B., Sedykh T.A., Ermolova E.M. The Effect of Crossbreeding Black-and-White and Kazakh White-Headed Cattle on the Meat Qualities of Crossbreeds. *Michurinsky Agronomic Bulletin*. 2020; (4): 18–23. EDN GAVUOM
15. Rakhimzhanova I.A., Kosilov V.I., Gabidullin N.M., Gazeev I.R., Rebezov M.B. Nutritional Value of Carcass Fat Tissue of Heifers of Different Breeds. *National Priorities for the Development of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference with International Participation, Orenburg, November 15, 2024*. Orenburg: Orenburg State Agrarian University, 2024; 206–209. EDN KCVYFB
16. Buyarov V.S. Economic and Technological Aspects of Livestock and Poultry Production. *Bulletin of Agrarian Sciences*. 2019; 6 (81): 77–88. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2019.6.77>
17. Nasambaev E.G., Akhmetaliyeva A.B., Nugmanova A.E., Doshchanova A.O. Growth and Development of Young Beef Breeds Depending on Breed and Season of Birth. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020; 2 (82): 206–212. EDN LUEVIT
18. Kvochkin A.N., Kvochkina V.I. On the Reserves for the Development of Beef Cattle Breeding. *Science and Education*. 2021; 4: 1. EDN GBXEYP
19. Azhmuldinov E. A., Titov M. G., Kizaev M. A., Kovalenko V. P., Babicheva I. A. Comparative assessment of the productive qualities of bulls of different breeds in feedlot conditions. *Vestnik of Buryat state academy of agriculture named after V. Philippov*. 2020; 2 (59): 53–61. <https://doi.org/10.34655/bgsha.2020.59.2.007>
20. Nikolaeva O., Andreeva A., Altynbekov O., Mishukovskaya G., Ismagilova E. Probiotic drugs impact on the innate immunity factors. *Journal of Global Pharma Technology*. 2020; 12(1): 38–45.
21. Khan A., Akram M., Zainab R., Thiruvengadam M., Daniyal M., Zakki S.A. *et al.* Anti-anxiety properties of selected medicinal plants. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2022; 23–8: 1041–1060. <https://doi.org/10.2174/1389201022666210122125131>
22. Gorelik V.S., Rebezov M.B., Gorelik O.V., Knys I.V. Use of chitin preparations to improve cow productivity. *Normative-legal regulation in veterinary medicine*. 2025; (4): 191–195. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.4.191>
23. Uryumtseva T.I., Gorelik O.V., Gorelik A.S., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu. Weight growth and safety of calves against the background of the use of mineral feed additives. *Agrarian science*. 2024; 388(11): 55–61 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-55-61>
24. Gorelik O.V., Gorelik A.S., Uryumtseva T.I., Rebezov M.B., Kharlap S.Yu. Productive qualities of cows against the background of the use of mineral feed additives. *Agrarian science*. 2024; 388(11): 67–74 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-67-74>
25. Zaitsev V.V., Bogolyubova N.V., Korotky V.P., Zaitseva L.M., Kichapov K.A., Ryzhov V.A. Effect of a coniferous energy additive on antioxidant status and protein metabolism in cows during the transit period. *Agrarian science*. 2025; 396 (07): 39–47 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47>
26. Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Safronova A.A. The effect of growth hormone and thyroglobulin gene polymorphisms on the morphological composition of carcasses and the bioconversion of feed into meat products in Hereford bulls. *Agrarian science*. 2025; 400 (11): 83–90 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-83-90>
27. Sheida E.V., Kvan O.V., Shoshina O.V., Sechnev Yu.A., Topuria L. Yu. The effect of proteolytic enzymes on the degree of absorption of nutrients in the body of bull calves. *Agrarian science*. 2025; 397 (08): 39–44 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-39-44>
28. Tarasova E.I., Sizova E.A., Yausheva E.V., Lebedev S.V. Association of the rs8193046 polymorphism of the TLR4 gene with the elemental composition of the blood serum of red steppe cows. *Agrarian science*. 2025; 399 (10): 121–132 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-399-10-121-132>
29. Kaiser A.A. Content of biologically active substances in the antlers and antlers of male reindeer. *Agricultural Biology*. 2006; 41–6: 53–57. EDN HVKPVF

30. Demytyev E.P., Bazekin G.V., Tokarev I.N., Lobodina G.V., Karimov F.A., Andreeva A.V. *et al.* The application of physical and biological stimulants in livestock breeding. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018; 13-S10: 8325–8330. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-5S-217-220>
31. Khabibullin R.M., Mironova I.V., Derkho M.A., Strizhikov V.K., Strizhikova S.V., Kouassi J. Morphofunctional changes in the kidneys of mice with the use of adaptogens against the background of physical exertion. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management*. 2020; 613: 012052. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012052>
32. Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г., Кизаев М.А., Тагиров Х.Х. Эффективность использования хитозана с удч серебра для сокращения потерь живой массы бычков при транспортировке и предубойной подготовке. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2021; 2(58): 15–19. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2021-58-2-15-19>
33. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Мосолов А.А., Мирошник А.С., Мironova I.V., Шахбазова О.П., Раджабов Р.Г. Влияние новой пребиотической кормовой добавки на естественную резистентность и продуктивность свиной крупной белой породы. *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2023; 3(67): 36–41. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2023-67-3-36-41>
34. Никитина Л.Т., Хабибуллин И.М., Мironova I.V., Хабибуллин Р.М., Галиева З.А., Долженкова Г.М. Рост и развитие бычков при скармливании трутневого гомогената. *Достижения науки и техники АПК*. 2023; 37(1): 29–33. https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_1_29
35. Khabibullin R.M., Mironova I.V., Derkho M.A., Strizhikov V.K., Strizhikova S.V., Denisenko A.S. Morphogenesis of the internal organs of mice with the use of adaptogens and physical activity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management*. 2020; 613: 012053. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012053>
36. Khalil A.A., Aslam A., Khalid A., Shahid Q., Aslam M., Hlebová M. Hypocholesterolemic effect of microwave assisted defatted flaxseed extract in experimental rats. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020; 10–3: 493–499.
37. Mironova I.V., Khabibullin R.M., Derkho M.A., Kontsevaya S.Yu., Strizhikova S.V., Ovchinnikova E.K. Morphological changes in the muscle tissue of mice with the use of adaptogens. *In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management"*. 2020; 012083.
30. Demytyev E.P., Bazekin G.V., Tokarev I.N., Lobodina G.V., Karimov F.A., Andreeva A.V. *et al.* The application of physical and biological stimulants in livestock breeding. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018; 13-S10: 8325–8330. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-5S-217-220>
31. Khabibullin R.M., Mironova I.V., Derkho M.A., Strizhikov V.K., Strizhikova S.V., Kouassi J. Morphofunctional changes in the kidneys of mice with the use of adaptogens against the background of physical exertion. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management*. 2020; 613: 012052. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012052>
32. Azhmuldinov E.A., Titov M.G., Kizaev M.A., Tagirov H.H. Efficiency of using chitosan with high purity silver to reduce live weight losses in young bulls during transportation and pre-slaughter preparation. *Vestnik Bashkir state agrarian university*. 2021; 2(58): 15–19. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2021-58-2-15-19>
33. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Mosolov A.A., Miroshnik A.S., Mironova I.V., Shakhbazova O.P., Radzhabov R.G. Effect of a new prebiotic feed additive on the natural resistance and productivity of Large White pigs. *Vestnik Bashkir state agrarian university*. 2023; 3(67): 36–41. <https://doi.org/10.31563/1684-7628-2023-67-3-36-41>
34. Nikitina L.T., Khabibullin I.M., Mironova I.V., Khabibullin R.M., Galieva Z.A., Dolzhenkova G.M. Growth and development of gobies when fed drone homogenate. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2023; 37(1): 29–33. https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_1_29
35. Khabibullin R.M., Mironova I.V., Derkho M.A., Strizhikov V.K., Strizhikova S.V., Denisenko A.S. Morphogenesis of the internal organs of mice with the use of adaptogens and physical activity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management*. 2020; 613: 012053. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012053>
36. Khalil A.A., Aslam A., Khalid A., Shahid Q., Aslam M., Hlebová M. Hypocholesterolemic effect of microwave assisted defatted flaxseed extract in experimental rats. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020; 10–3: 493–499.
37. Mironova I.V., Khabibullin R.M., Derkho M.A., Kontsevaya S.Yu., Strizhikova S.V., Ovchinnikova E.K. Morphological changes in the muscle tissue of mice with the use of adaptogens. *In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management"*. 2020; 012083.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина Валерьевна Миронова^{1,2}
доктор биологических наук, профессор
mironova_irina-v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5948-9563>

Рузель Муллахметович Хабибуллин¹
кандидат биологических наук, доцент
ruzelmismk@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3437-9381>

Ильмир Муллахметович Хабибуллин¹
кандидат биологических наук, доцент
ilmir.khabibullin.91@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2117-6825>

¹ Башкирский государственный аграрный университет;
ул. 50-летия Октября, 34, Уфа, 450001, Россия

² Уфимский государственный нефтяной технический университет
ул. Космонавтов, 1, Уфа, 450064, Россия

AUTHOR INFORMATION

Irina Valeryevna Mironova^{1,2}
Doctor of Biological Sciences, Professor
mironova_irina-v@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5948-9563>

Ruzel Mullahmetovich Khabibullin¹
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
ruzelmismk@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3437-9381>

Ilmir Mullahmetovich Khabibullin¹
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
ilmir.khabibullin.91@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2117-6825>

¹ Bashkir State Agrarian University;
34 50-letiya Oktyabrya st., Ufa, 450001, Russia

² Ufa State Petroleum Technological University
1 Kosmonavtov st., Ufa, 450064, Russia