Журнал включен в
ВАК, РНЖ, RSCI, РИНЦ,
ядро РИНЦ, CrossRef, DOAJ, Agris,
отраслевые СМИ Минсельхоза РФ

ISSN:1814-9588
DOI:10.30917/1814-9588

№1-2026

I КВАРТАЛ

ВЕТЕРИНАРИЯ И КОРМЛЕНИЕ
Международный научный журнал открытого доступа

VETERINARIA I KORMLENIE
International scientific journal of open access

Журнал награжден медалями

Встреча Премьер-министра России Михаила Мишустина с руководителем Россельхознадзора Сергеем Данквертом

Премьер-министр России Михаил Мишустин встретился с Руководителем Россельхознадзора Сергеем Данквертом.

Глава ведомства рассказал об проведенной работе по контролю за качеством и безопасностью зерна, безопасным обращением со средствами защиты растений, оборотом пестицидов и агрохимикатов, а также о результатах фитосанитарного, ветеринарного, земельного надзора.

В рамках реформы контрольно-надзорной деятельности удалось снизить общее количество проверок в 11 раз, а плановых - в 13 раз, при этом их эффективность выросла до 87%. Руководитель Службы подчеркнул, что приоритет отдается профилактическим мероприятиям и применению рискориентированного подхода.

Внедрение искусственного интеллекта в работу Россельхознадзора помогло оптимизировать процессы, в частности формировать материалы, анализировать данные и автоматически блокировать небезопасную продукцию. Это сокращает время реагирования на нарушения, а также ускоряет межведомственное взаимодействие. Повысить эффективность работы также удалось благодаря применению мобильного приложения "Инспектор" - оно позволяет оперативно проводить дистанционное консультирование.

Сергей Данкверт также обратил внимание на то, что доля отечественных ветеринарных лекарственных препаратов выросла до 72,6%. Кроме того, увеличено внутреннее производство кормов для домашних животных на 1,2 млн т. Это позволяет обеспечивать не только внутренний, но и внешний рынок.

Россельхознадзор контролирует использование территорий и их плодородность для агропромышленного комплекса. Ежегодно земельный контроль позволяет вводить в оборот около 350 тысяч га земель. При этом благодаря использованию беспилотных летательных систем возможности Службы расширяются.

По материалам Россельхознадзора

Редакционная коллегия / Editorial board

Редакционный совет / Editorial board

Международный научный рецензируемый журнал открытого доступа
«Ветеринария и кормление» / «Veterinaria i kormlenie»
International scientific peer-reviewed open access journal
Подписной индекс в каталоге Почта России - ПН631
109428, Москва, Рязанский проспект, д. 24, стр.1, офис 916
Тел.: +7916 819-48-13 www.vetkorm.ru.
Учредитель – ООО «Агентство творческих технологий».
Свид-во о регистрации ПИ № ФС77-18901 от 19.11.2004 г.
ISSN:1814-9588 DOI:10.30917/1814-9588
Подписано в печать 21 января 2026. Отпечатано ООО «ПринтЮ»
Заказ . Тираж 2000

№ 1/2026 I квартал
Главный редактор
Храменков Владимир Александрович
Научный редактор
Клетикова Людмила Владимировна

Выпускающие редакторы:

№1 Некрасов Р.В., Красочко П.А., Иванов Е.А.,Шантыз А.Х.
№2 Алиев А.Ю., Еремия Н.Г., Слепцов Е.С., Лысенко Ю.А.
№3 Ткачев А.В., Гринь С.А., Стекольников А.А.,
№4 Чекрышева В.В., Бригида А.В.,Шаповалов С.О.

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

6 Структурно-клеточные изменения в плаценте важенок северного оленя в норме и при плацентарной недостаточности
Авдеенко В.С., Федоров В.И., Сафронов Д.И., Нифонтов К.Р., Сивцев Е.В.
Structural and cellular changes in the placenta of the reindeer calf (rangifer tarandus) with placental insufficiency
AvdeenkoV.S., Fedorov V.I., Safronov D.I., Nifontov K.R., Sivtsev Y.V.

12 Влияние скармливания новых рецептов кормовых добавок на биохимические показатели крови дойных коров в условиях Якутии
Алексеева Н.М., Борисова П.П., Николаева Н.А., Слепцов Е.С.
The influence of feeding new recipes of feed additives on the biochemical parameters of the blood of dairy cows in the conditions of Yakutia
Alekseeva N.M., Borisova P.P., Nikolaeva N.A., Sleptsov E.S.

16 Продуктивность чистопородных козликов карачаевской породы и их помесей по калахару
Двалишвили В.Г., Магомедов М.И.,
Productivity of purebred karachai billy goat and their kalakhar crosses.
Dvalishvili V.G., Magomedov M.I.

20 Оценка влияния умбеллиферона и цинка на продуктивность и состояние организма цыплят-бройлеров
Дускаев Г.К., Климова Т.А., Рахматуллин Ш.Г., Дерябин Д.Г.
Evaluation of the effect of umbelliferon and zinc on the productivity and body condition of broiler chickens
Duskaev G.K., Klimova T.A., Rakhmatullin Sh.G., Deryabin D.G.

24 Переносимость лекарственного препарата МаксиДропс® при применении кошкам и собакам
Енгашев С.В., Енгашева Е.С., Новиков Д.Д.
Cat and dog tolerance of the drug MaxiDrops®
Engashev S.V., Engasheva E.S., Novikov D.D.

28 Структура пораженности микотоксинами заготовленных кормов для крупного рогатого скота в Вологодской области
Ерегина С.В., Платонов А.В., Рассохина И.И.,
Structure of Mycotoxin Contamination in Cattle Forages Harvested in the Vologda Region
Eregina S.V., Platonov A.V., Rassokhina I.I.

34 Коррекция метаболизма спортивных лошадей в период розыгрыша приза Дерби
Ерыженская Н.Ф.
Correction of the metabolism of sports horses during derby prize draw
Eryzhenskaya N.F.

38 Лентивирусы мелких жвачных: профилактика и меры борьбы
Журавлёва Е.А., Мальцева О.Е., Надточей Г.А., Алексеенкова С.В.
Control and prevention infections caused by small ruminants Lentiviruses
Zhuravleva E.A., Malceva O.E., Nadtochey G.A., Alexeyenkova S.V.

43 Использование белково-витаминно-минеральной добавки в поении гусей Линдовской породы
Забашта Н.Н., Зверко А.М., Лисовицкая Е.П., Сарбатова Н.Ю.
The use of a protein-vitamin-mineral supplement in the watering of Lindov geese
Zabashta N.N., Zverko A.M., Lisovitskaya E.P., Sarbatova N.Yu.

46 Гормональный статус, показатели крови и продуктивность бычков герефордской породы при различной технологии зимнего содержания
Завьялов О.А., Фролов А.Н., Галиева З.А., Миронова И.В.,
Hormonal status, blood parameters and productivity of Hereford bull calves with various winter maintenance technologies
Zavyalov O.A., Frolov A.N., Galieva Z.A., Mironova I.V.

51 Совершенствование методов диагностики IPN лососевых рыб на основе анализа молекулярных маркеров вирулентности вируса
Завьялова Е.А., Дрошнев А.Е., Карпова М.А., Гулюкин А.М.
Improving of IPN diagnostic methods for salmon based on analysis of molecular markers of virus virulence
Zavyalova E. A., Droshnev A. E., Karpova M. A., Gulukin A.M.

55 Особенности репродуктивной функции свиноматок разных генотипов по генам FUT1 и MUC4
Закирова А.В., Ткачев А.В., Ткачева О.Л., Нотина Е.А., Быкова И.А.
Features of the reproductive function of sows according to the FUT1 and MUC4 genes
Zakirova A.V., Tkachev A.V., Tkacheva O.L., Notina E.A., Bykova I.A.

59 Биологическая активность новых производных апорфинового алкалоида литебамина
Зубенко А.А., Клименко А. И., Чекрышева В.В., Фетисов Л.Н., Святогорова А.Е., Яровая Н.А.
Biological activity of new derivatives of the aporphine alkaloid litebamine
Zubenko A.A., Klimenko A.I., Chekrysheva V.V., Fetisov L.N., Svyatogorova A.E., Yarovaya N.A.

63 Особенности физиологического состояния пушных зверей при дизурии
Зырянова Н.А., Столбова О.А., Калугина Е.Г., Щелокова В.А., Кухтерина Д.А.
Features of the physiological state of fur-bearing animals in dysuria
Zyryanova N.A., Stolbova O.A., Kalugina E.G., Shchelokova V.A., Kukhterina D.A.

69 Якутские породы лошадей содержание в период зимовки и особенности кормления
Коколова Л.М., Слепцов Е.С., Хассан Банех, Мартынова Е.У., Айбеков А.А.
Winter maintenance and feeding features of Yakut horse breeds
Kokolova L.M., Sleptsov E.S., Hassan Baneh, Martynova E.U., Aybekov A.A.

73 Эпизоотическая ситуация по некробактериозу домашних северных оленей (Rangifer tarandus) в Якутии
Корякина Л.П., Румянцева Т.Д., Слепцов Е.С.
Epizootic situation on necrobacteriosis of domestic reindeer (Rangifer tarandus) in Yakutia
Koryakina L.P., Rumyantseva T.D., Sleptsov E.S.

77 Влияние типов кормления на молочную продуктивность и возникновение гинекологических патологий у коров
Кузнецов В.М., Ревина Г.Б., Андросова Л.Ф.
The effect of feeding types on milk productivity and the occurrence of gynecological pathologies in cows
Kuznetsov V.M., Revina G.B.,Androsova L.F.

82 Динамика роста и интерьерные показатели молоди карпа при выращивании с использованием белка насекомых
Медведев А.Ю., Печеневская А.В., Быкадоров П.П., Гусев Д.Д.
Growth dynamics and interior indicators of juvenile carp when reared using insect protein
Medvedev A.Yu, Pechenevskaya A.V., Bykadorov P.P., Gusev D.D.

87 Показатели крови свиней при профилактике микотоксикозов методом микробиологической ферментации кормов
Миронова А.А., Миронова Л.П., Миронова О.А., Амерханов Х.А.
Blood parameters of pigs during the prevention of mycotoxicosis by microbiological fermentation of feed
Mironova A.A., Mironova L.P., Mironova O.A., Amerhanov Kh.A.

91 Комплексный антиген для диагностики бруцеллеза и паратуберкулеза у животных
Найманов А.Х., Искандаров М.И., Федоров А.И., Искандарова С.С., Толстенко Н.Г., Вангели Е. П., Гулюкин А.М.
Complex antigen for the diagnosis of brucellosis and paratuberculosis in animals
Naimanov A.Kh., Iskandarov M.I., Fedorov A.I., Iskandarova S.S., Tolstenko N.G., Vangeli E.P., Gulyukin A.M.

95 Штамм Salmonella abortus equi БН-12, используемый в качестве бактерии-мишени для идентификации бактериофагов
Неустроев М.П., Петрова С.Г., Эльбядова Е.И., Попов А.А.
Salmonella abortus equi strain BN-12, used as a target bacterium for bacteriophage identification
Neustroev M.P., Petrova S.G., Elbyadova E.I., Popov A.A.

99 Уровень и взаимосвязь гормонов у молочного скота в возрастной динамике
Новгородова И.П., Некрасов Р.В.
Levels and relationships of hormones in dairy cattle in age dynamics
Novgorodova I.P., Nekrasov R.V.

104 Влияние препарата Рутацирин на биохимические показатели крови осетровых рыб в условиях повышения температуры водной среды
Пархоменко С.А., Кузьминова Е.В., Абрамов А.А., Долгов Е.П., Максим Е.А.
Effect of rutacirin on sturgeon blood biochemical parameters under increasing water temperature
Parkhomenko S.A., Kuzminova E.V., Abramov A.A., Dolgov E.P., Maksim E.A.

108 Взаимосвязь экспрессии HO-1 в печени коров с ее морфологическими изменениями в контексте продуктивного долголетия
Петрова И.М., Хацко С.Л., Зайцева О.С., Дроздова Л.И., Шкуратова И.А.
The relationship between HO-1 expression in the bovine liver and its morphological changes in the context of productive longevity
Petrova I.M., Hatsko S. L., Zaitseva O.S., Drozdova L.I., Shkuratova I.A.

112 Биологическая значимость и продуктив-ное действие пробиотической кормовой добавки в кормлении свиноматок
Попов В.С., Свазлян Г.А.
Biological significance and productive effect of probiotic feed additives in sow feeding
Popov V.S., Svazlyan G.A.

116 Изучение токсико-биологических показателей корма с добавлением селена
Попов П.А.
The study of toxic and biological parameters of feed with the addition of selenium
Popov P.A.

120 Определение количества Т-лимфоцитов в мазках крови поросят-отъёмышей
Стаффорд В.В.
Determination of the quantity of T-lymphocytes in blood smears of weaned piglets
Stafford V.V.

123 Эффективность нового способа терапии эндометрита коров с использованием маточной свечи растительного происхождения
Чекрышева В.В.
Efficacy of a New Treatment Method for Endometritis in Bovines Using a Herbal Suppository
Chekrysheva V.V.

129 Результативность OPU при многократном использовании телок-доноров красной горбатовской породы
Чинаров Р.Ю., Сингина Г.Н., Белокурова С.С., Джагаев А.Ю., Луканина В.А.
Efficiency of OPU at multiple use of donor heifers of Red Gorbatov breed
Chinarov R.Yu, Singina G.N., Belokurova S.S., Dzhgaev A.Yu., Lukanina V.A.

134 Мониторинг микотоксинов в кормах для родительского стада кур кросса "Смена-9" за 2024-2025 гг
Шевяков А.Н., Гогина Н.Н.
Monitoring of the Mycotoxins in the Compound Feeds for Parental Flock of Smena-9 Broilers for 2024-2025
Shevyakov. A.N., Gogina N.N.

138 Оценка эффективности препарата Supramil® таблетки в отношении циркулирующих микрофилярий Dirofilaria spp. у собак
Шинкаренко А.Н., Колесников П.В., Мукасеев С.В., Зейналов О.А.
Evaluation of the microfilaricidal efficacy of Supramil® tablets against circulating Dirofilaria spp. microfilariae in dogs
Shinkarenko A.N., Kolesnikov P.V., Mukaseev S.V., Zeynalov O.A.

142 Формы клетчатки и их воздействие на организм кур-несушек
Яловенко И.Д., Лебедев С.В.
Forms of fiber and their effects on the body of laying hens
Yalovenko I.D., Lebedev S.V.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-1
УДК 619:636:294

Структурно-клеточные изменения в плаценте важенок северного оленя в норме и при плацентарной недостаточности

[1]**Авдеенко В.С.,** доктор ветеринарных наук, профессор кафедры, avdeenko0106@mail.ru
[2]**Федоров В.И.,** доктор биологических наук, профессор, ректор, vfedorov_09@mail.ru
[1]**Сафронов Д.И.,** кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры, danil.safronov.92@mail.ru
[2]**Нифонтов К.Р.,** кандидат ветеринарных наук, доцент, проректор по научной работе kosnif@yandex.ru
[2]**Сивцев Е.В.,** аспирант

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины", Санкт-Петербург
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Арктический государственный агротехнологический университет", г. Якутск

Ключевые слова: северный домашний олень, плацента, гистология, плацентарная недостаточность, репродукция.

Резюме. Основное внимание в данной работе уделяется плацентарной недостаточности как ключевой причине бесплодия самок и рождения нежизнеспособного молодняка. Проведено детальное анатомическое и гистологическое исследование плаценты северного домашнего оленя на последних сроках гестации, которое направленно на понимание ее адаптивных особенностей к экстремальным климатическим условиям Арктики. Полученные результаты указывают на наличие пяти, чаще семи хорошо сформированных котиледонов и карункулов, обнаруженных в обоих рогах матки. Пробы были получены от северного домашнего оленя (от 2-ух важенок в родах с нормальной анатомоморфологической структурой и у 3-ех важенок с патоморфологическими признаками плацентарной недостаточности). Образцы плацентом от каждых важенок (5 мм толщина, до 3 см^2 площадь) фиксировались в 10 % растворе формалина histosafe. обезвоживание проводилось в изопрепе с возрастающей концентрацией, затем заливка в парафин гистомикс. Для расчетов использовались программы ibm spss statistics 26 и microsoft excel. Впервые у важенок северного домашнего оленя установлена в конце беременности морфологические изменения в структуре плацентом, характеризующие как плацентарная недостаточность. На последних сроках гестации установлено разрушение эпителия амниона с образованием вакуолей. Клетки цитотрофобласта представлены как кубические, округло-овальные, уплощенные и полигональные, с различным объемом цитоплазмы, часто содержащими мелкокапельные вакуоли, что придает им просветленный вид. Под цитотрофобластом располагается пластинка из ретикулярной волокнистой соединительной ткани. В клетках фибробластического ряда, составляющих материнскую часть плаценты (карункулы), наблюдается значительное образование вакуолей внутри клеток. Это приводит к тому, что клетки приобретают вид колец и становятся более прозрачными. Обнаружена полиморфная инфильтрация соединительной ткани ворсин хориоаллантоиса и стромы котиледонов в плацентомах, а также выраженная гиперемия капилляров ворсин.

Structural and cellular changes in the placenta of the reindeer calf (rangifer tarandus) with placental insufficiency

[1]**AvdeenkoV.S.,** [2]**Fedorov V.I.,** [1]**Safronov D.I.,** [2]**Nifontov K.R.,** [2]**Sivtsev Y.V.**
[1]St Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia
[2]Arctic State University of Agrotechnology, Yakutsk, Russia

Key words: reindeer, placenta, histology, placental insufficiency, reproduction.

Abstract. The main focus of this work is on placental insufficiency as a key cause of female infertility and the birth of non-viable young. A detailed anatomical and histological examination of the placenta of a reindeer in the last stages of gestation was carried out, which is aimed at understanding its adaptive features to the extreme climatic conditions of the Arctic. The results indicate the presence of five, more often seven well-formed cotyledons and caruncles found in both horns of the uterus. The samples were obtained from domestic reindeer (from 5 females in childbirth with normal anatomical morphological structure and from 3 females with pathomorphological signs of placental insufficiency). Placenta samples from each female (5 mm thick, up to 3 cm^2 in area) were fixed in a 10% HistoSafe formalin solution. Dehydration was carried out in an Isoprepe with an increasing concentration, then pouring Histomix into paraffin. For the first time, morphological changes in the structure of placentomas, characterized as placental insufficiency, were detected in reindeer at the end of pregnancy. In the last stages of gestation, the destruction of the epithelium of the amnion with the formation of vacuoles was established. Cytotrophoblast cells are represented as cubic, rounded-oval, flattened and polygonal, with different volumes of cytoplasm, often containing fine-droplet vacuoles, which gives them an enlightened appearance. The cores are represented as small. A plate of reticular fibrous connective tissue is located under the cytotrophoblast. In the cells of the fibroblastic row of caruncles of the maternal part of the placenta, moderate and pronounced intracellular vacuolization is noted, leading to ring-shaped and enlightened morphology. Polymorphic infiltration of connective tissue of chorioallantois villi and cotyledon stroma in placentomas, as well as pronounced hyperemia of villi capillaries, was detected.

Введение

Распространенной проблемой у племенных оленей (rangifer tarandus) является бесплодие важенок и рождение нежизнеспособного потомства, страдающего мультисистемными заболеваниями. Основной причиной этих патологий являются нарушения метаболизма, гомеостаза и процессов формирования и развития плаценты, что приводит к репродуктивным проблемам в родах и после них [1, 2]. При этом вопросы этиологии и механизмы развития плацентарной недостаточности остаются недостаточно изученными [3].

Современные междисциплинарные исследования в геномной селекции, иммунологии, гистологии и цитологии показывают, что геномные и клеточные нарушения могут быть оптимальными прогностическими маркерами данных репродуктивных патологий [4]. Для идентификации молекулярных биомаркеров, ответственных за эти процессы, применяются гистохимические методы исследования биоматериала (плаценты). Полученные результаты позволяют прогнозировать и создавать диагностические системы для предотвращения негативных последствий. Исследования [5] плацент импал выявили существенные различия в макро- и микроструктуре, а также иммуногистохимических свойствах по сравнению с плацентами других жвачных. Авторы [6, 7] отмечают, что плацента антилопы гну имеет типичное синэпителиохориальное макрокотиледональное строение, характерное для жвачных, с многочисленными плацентомами.

Плацентарная недостаточность ухудшает рост и развитие плода, снижает продуктивность и вызывает экономические потери. Существует ряд факторов риска бесплодия, связанного с осложнениями беременности, однако единый патогенез трудно определить из-за многофакторной этиологии [8]. В исследованиях [9] с использованием гистологии, иммуногистохимии и зимографии были проанализированы молекулы внеклеточного матрикса в матке вискачей. Обнаружено, что изменения матрикса эндометрия могут способствовать процессам ремоделирования матки, регулирующим выживаемость эмбриона [10].

Однако отсутствуют данные о молекулярных механизмах патогенеза патологий важенок, связанных с нарушением плацентации. Целью дальнейших исследований должно стать выявление специфических молекулярных биомаркеров плацентарной недостаточности у северных оленей, что позволит разработать прогностические тесты для ранней диагностики репродуктивных патологий, процессах, происходящих в плаценте при развитии патологий.

Полученные данные позволят определить мишени для разработки терапевтических стратегий, направленных на коррекцию метаболических нарушений и улучшение процессов плацентации у важенок. Это, в свою очередь, приведет к повышению репродуктивной способности северных оленей и сокращению экономических потерь связанных с бесплодием и рождением нежизнеспособного потомства.

Таким образом, углубленное изучение молекулярных механизмов плацентарной недостаточности у важенок северных оленей является важной задачей для сохранения и развития племенного оленеводства в Республике Саха (Якутия) Российской Федерации. Основное внимание следует уделять плацентарной недостаточности как ключевой причине бесплодия важенок и рождения нежизнеспособного молодняка. В контексте отсутствия специфических данных по северным оленям, приводится обзор исследований на других жвачных, демонстрирующий различия в структуре плаценты и важность молекулярных механизмов.

Результаты этих исследований будут иметь практическую значимость для разработки новых методов диагностики, профилактики и лечения репродуктивных патологий у северных оленей. В связи с этим, актуальным является изучение молекулярных механизмов, лежащих в основе плацентарной недостаточности у северных оленей. Основные механизмы, участвующие в потере адгезии плодных оболочек после рождения плода, в плаценте северного домашнего оленя (rangifer tarandus) практически не изучены, и теоретически не обоснованы.

Целью данного исследования является изучение структуры плаценты важенок северных домашних оленей (rangifer tarandus) при плацентарной недостаточности.

Материал и методы

В 2025 году исследовали образцы плацент, полученных от важенок северного домашнего оленя (rangifer tarandus) на территории Якутии на последних сроках гестации (1 важенка, возраст 4 года, беременность без осложнений, роды в срок, живая масса тугута 14,6 кг и две важенки, возраст 4 года, преждевременные роды – масса тугута 8,24–9,76 кг). Экспериментальные процедуры настоящего исследования были проведены с учетом стандартов Санкт-Петербургского университета ветеринарной медицины при проведении экспериментов на животных и получил одобрение Комитета по этике исследований и экспериментов на животных (Протокол № 19/2025-СПбГУВМ).

Объектом исследования стала плацента важенок северного домашнего оленя (rangifer tarandus) на поздних сроках беременности. У двух важенок наблюдались осложнения, включая преждевременные роды, а у третьей беременность протекала физиологически. Диагноз "плацентарная недостаточность" был поставлен на основании ультразвукового исследования фетальной части плаценты перед родами (УЗ-сканер Mindray M6). Патологические признаки включали аномалии развития плода, скопления жидкости между хориоаллантоисной мембраной и эндометрием, а также повышенную эхогенность амниотической и аллантоидной жидкостей.

Образцы плаценты фиксировали в 10 % нейтральном формалине, после чего проводили дегидратацию в спирте и просветление в хлороформе при помощи гистопроцессора Cytadel 2000. Затем плацентарные блоки импрегнировали в парафиновой среде Histomix и нарезали на микротоме MICROM HM340E, получая тонкие срезы (5 мкм). Эти срезы наносились на предметные стекла и окрашивались гематоксилином и эозин-флоксином для проведения общего морфологического исследования по классической методике. Определение распределения внеклеточного матрикса осуществлялось с помощью окраски по Массону. Кислые и нейтральные гликозамингликаны выявлялись альциановым синим при pH 3,0 по методике Стидмена. Для выявления слабокислых сульфатированных мукоидных веществ, гиалуроновых кислот и сиаломуцинов применялась ШИК-реакция по Мак-Манусу, при которой они окрашивались в глубокий синий цвет. Мукопротеины, позитивные к ШИК-реакции и содержащие гексозу, окрашивались в интенсивный малиновый оттенок. Ядра клеток окрашивались гематоксилином Майера. Обработка микропрепаратов и их фотосъемка осуществлялись с использованием микроскопа AxioScope A1, оснащенного цифровой камерой AxioCam MRc5. Полученные в результате снимки обрабатывались в ПО ZENpro 2012. Для ультраструктурного анализа образцы фиксировали в 1 % растворе тетроксида осмия. После этого их дегидратировали в спирте и заливали в эпон. Полученные срезы толщиной 1 мкм окрашивали толуидиновым синим для визуализации клеточных структур. Измерение диаметра ворсин аллантохориона производили при увеличении в 25×100 раз. Ультратонкие срезы получали на уль-

тратоме LKB-III. Проводили химическую фиксацию: для этого клетки обрабатывали водным раствором уранил-ацетата. Это вещество обеспечивает контрастирование и улучшает видимость клеточных структур при последующей обработке. Далее осуществляли постфиксацию для дополнительной фиксации и улучшения контраста использовали раствор цитрата свинца. Этот метод позволяет более детально визуализировать ультраструктурные элементы клеток. После химической фиксации и обработки цитратом свинца клетки покрывали углеродом. Это необходимо для проведения электронной микроскопии, так как углеродное покрытие улучшает электронную проводимость образца. Для анализа морфологии фибробластов использовали сканирующий электронный микроскоп (SEM) модели JEM-100S. Этот метод позволяет получать изображение поверхности клеток с высоким разрешением. Полученные изображения клеток фотографировали при увеличении в 27×100 раз и определяли при увеличении в 140×100 раз, шагом 2,14 мкм, и 308×100 раз с шагом 0,65 мкм, что позволяет детально рассмотреть их структуру.

Все анализы проводили с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics 26 ("IBM Corp.", США), Microsoft Excel 2000 SPSS 10.0.5 for Windows.

В предоставленном разделе описана достаточно стандартная, детально изложенная гистологическая методика исследования образцов плаценты важенок северного домашнего оленя, с акцентом на использование отечественных реагентов.

Результаты исследования и обсуждение

Анатомический анализ выявил, что у важенок северных домашних оленей (rangifer tarandus) на финальных этапах гестации плацентомы приобретают выпуклую форму и достигают значительных размеров (в среднем 14,6×8,67 см). При этом их общее количество сокращается до 4–7 единиц. Масса эмбриональных оболочек (хориональная, аллантоисная и амниотическая) у важенок на последних сроках гестации составила в среднем 5,78±0,74 кг. Живая масса тугута колебалась от 8,4 кг до 11,2 кг. По сравнению с подобными структурами плаценты у других жвачных животных, где карункулы и котиледоны, как правило, имеют эллипсовидную правильную форму в количестве в среднем от 70 до 120 штук, плацентомы важенок северных домашних оленей имеют уникальные морфологические особенности. Внутри котиледонов ворсинки хориоаллантоиса демонстрируют дихотомическое ветвление, а по мере их роста от боковых поверхностей отходят вторичные ответвления. Эти вторичные ветви играют роль в разделении массы эпителиальных клеток хориоаллантоиса, формируя отдельные зоны внутри каждого котиледона. У северных домашних оленей (важенок) на последних стадиях беременности котиледон имеет классическую ворсинчатую структуру, характеризующуюся высокой степенью разветвленности, что является ключевым фактором для эффективного обмена веществами и кислородом между матерью и развивающимся плодом. Аллантохорион важенок при нормально протекающей беременности также обладал типичной, сильно ветвящейся ворсинчатой структурой. В основе этих ворсинок находится рыхлая соединительная ткань с участками миксоидного характера и хорошо развитой сосудистой сетью.

Морфометрическое изучение гистопрепаратов выявило, что высота эпителия крипт карункулов материнской части плаценты у северных домашних оленей на последних сроках гестации составила 16,98±0,75 мкм (таблица 1).

Установлено, что высота терминальных ворсин хориоаллантоиса составила в среднем 2649,53±423,04 мкм, с колебаниями от 2264,55 до 4286,15 мкм. Относительная площадь соединительной ткани хориоаллантоиса плацентомы занимала у важенок северных домашних оленей 4156,43±10,04 мкм^2, а эпителия ворсин хориоаллантоиса фетальной части плаценты – 324,160,99 мкм^2. Количество капилляров составляет 9,25±0,86 на единицу площади хориоаллантоиса. Выявлены двуядерные клетки, находящиеся на различных стадиях дифференцировки. Среднее количество интраэпителиальных капилляров ворсин хориоаллантоиса на единицу площади котиледона составляет 1,67±0,48. Среди цилиндрических клеток на верхушках ворсин хориоаллантоиса фетальной части плаценты обнаружено большое количество диплокариоцитов. В криптах карункулов их в 2,75 раза больше, чем у коров при плацентарной недостаточности – 8,5±2,1 клеток на квадратный миллиметр.

Исследование плотности эпителиальных и мезенхимальных клеток в толщине среза плацентом важенок в норме и при патологии представлено в материалах таблицы 2.

В карункулах материнской части плаценты у важенок с клиническими признаками плацентарной недостаточности макрофагов оказалось в 7,9 раз меньше, чем в аллантохорионе. Численная плотность фибробластов меньше на 18%, а макрофагов на 30% больше, чем при плацентарной недостаточности в сравнении с нормой.

Таблица 1. Морфометрия плаценты северного домашнего оленя (сетка Автандилова, сетки = 0,0073 мм)
Table 1. Morphometry of the placenta of the reindeer (Avtandilov mesh, mesh = 0.0073 mm)

Показатели, (M±m,)	В норме	При плацентарной недостаточности
Высота ворсин хориоаллантоиса, мкм	2649,53±423,04	883,14±141,01
Относительная величина S ворсин хориоаллантоиса, мкм	156,43±10,04	52,14±2,87
Ширина терминальных ворсин хориоаллантоиса, мкм	128,24±9,94	42,76±4,18
Толщина трофобласта ворсин, мкм	26,56±3,52	8,49±1,13
Кол-во, на единицу площади котиледона диплокариоцитов	18,35±1,93	7,89±2,08
Кол-во, на ед. площади котиледона интраэпителиальных капилляров	1,67±0,48	0,56±0,09
Кол-во, на единицу площади котиледона капилляров в соединительной ткани ворсин	9,25±0,86	7,24±0,14

*Примечание: * p<0,05, **p<0,01; здесь и далее*

Таблица 2. Плотность клеточных структур в толщине среза [(мкм^3/мкл^2)10^{-4}] плацентом у коров
Table 2. Density of cellular structures in the thickness of the slice [(mm3/ml2)10-4] placenta in cows

Морфометрические параметры	Котиледонов	
	норма	плацентарная недостаточность
Фибробласты, [(мкм^3/мкл^2)10^{-4}]	7,23±0,26	6,64±0,34*
Макрофаги, [(мкм^3/мкл^2)10^{-4}]	0,32±0,06	0,97±0,02**
Гранулоцитарные, моноцитарные лимфоциты, [(мкм^3/мкл^2)10^{-4}]	7,26±0,62	9,54±0,62*

Среди клеток видны фибробласты, фибробластоподобные клетки, макрофаги и их аналоги с пенистой цитоплазмой и фестончатыми краями. В центре ворсин хориоаллантоиса фибробласты располагаются свободно, их отростки соприкасаются. В поле зрения микроскопа также заметны макрофагоподобные клетки и элементы крови.

Локализация эпителиальных и мезенхимальных элементов и их соотношение в плацентарных структурах при физиологически протекающей беременности и родах, а также при плацентарной недостаточности, свидетельствует о том, что в ворсинах аллантохориона котиледона соединительная ткань выглядела уплотненной и содержала много волокнистых структур (рис. 1-А).

Цитотрофобласт преимущественно состоит из кубических клеток, как показано на рис. 1-В. Исследование выявило диффузное положительное окрашивание в области базальной мембраны клеток. Кроме того, отмечено умеренное количество клеток с равномерным окрашиванием цитоплазмы, преимущественно расположенных у основания ворсин хориоаллантоиса.

Под эпителиальным слоем обнаруживается обильная и разветвленная капиллярная сеть с признаками выраженного полнокровия.

В строме ворсин аллантохориона идентифицированы тонкие коллагеновые волокна. ШИК-реакция показала, что межклеточное вещество маточных септ карункулов состоит из позитивных компонентов (рисунок 1-С).

При плацентарной недостаточности у важенок в плаценте наблюдалась умеренная внутриклеточная вакуолизация, придающая клеткам характерную перстневидную форму. Ядра клеток имели средний или крупный размер, округло-овальную форму, были нормохромными и содержали одну-две нуклеолы среднего или мелкого размера (рисунок 2-А).

Исследование выявило повреждения в коллагеновых волокнах, проявляющиеся в виде мелких участков, которые окрашиваются особым образом (пикринофилия). Это указывает на глубокие молекулярные изменения в коллагеновых структурах хориоаллантоиса (рисунок 2-С).

В этих структурах присутствуют различные клетки, включая фибробласты (клетки, производящие коллаген), клетки, похожие на фибробласты, а также макрофаги и клетки, напоминающие макрофаги. Эти последние клетки имеют характерную пенистую цитоплазму и неровные края. В центре ворсин хориоаллантоиса фибробласты располагаются свободно, соединяясь отростками. Также в поле зрения микроскопа видны макрофагоподобные клетки и клетки крови. Эти изменения типичны для поздних стадий беременности и, наряду с нарушениями в кровеносных сосудах, играют важную роль в подготовке плаценты к родам (рисунок 2 - В).

При плацентарной недостаточности отмечено нарушение связи клеточных групп с подлежащей соединительной тканью (слущивание), диффузное неравномерное окрашивание по периферии округло-овальных, вероятно, децидуальных клеток в составе карункула (рисунок 2 - А, В, С). В гистологических препаратах плаценты выявлены патологические изменения. Отмечается набухание и изменение окраски коллагеновых волокон в соединительной ткани, сопровождающееся локальным отслоением эпителия. Поверхность плацентом характеризовалась наличием множественных ворсинчатых выпячиваний, обширным замещением эпителиальных дефектов и обнаружением групп дистро-

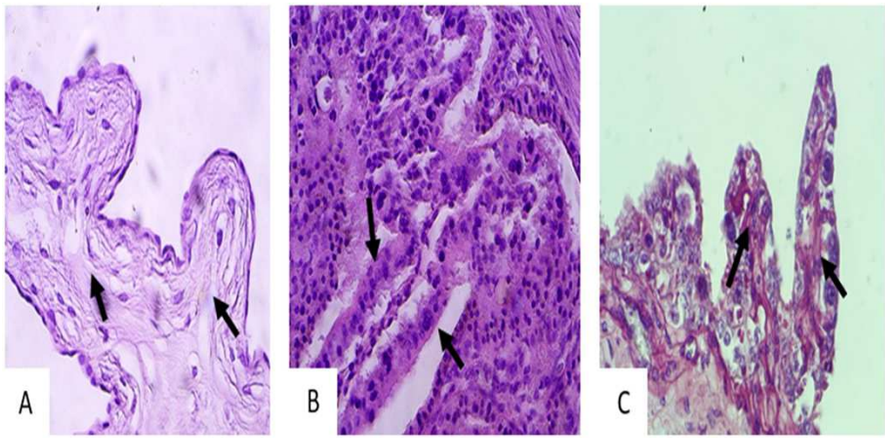


Рисунок 1. Гистоструктура ворсинок хориона северного домашнего оленя (Ув. ×400): А) - стромальная ткань ворсинок (обозначена стрелками, окраска гематоксилин и эозин); В) - цитотрофобластический слой (обозначен стрелками, окраска гематоксилин и эозин); С) - внеклеточный матрикс маточных крипт карункулов (ШИК-реакция).
Figure 1. Histostructure of chorionic villi of domestic reindeer (Magnification ×400): A) - stromal tissue of villi (indicated by arrows, hematoxylin and eosin staining); B) - cytotrophoblastic layer (indicated by arrows, hematoxylin and eosin staining); C) - extracellular matrix of uterine crypts of caruncles (PAS reaction).

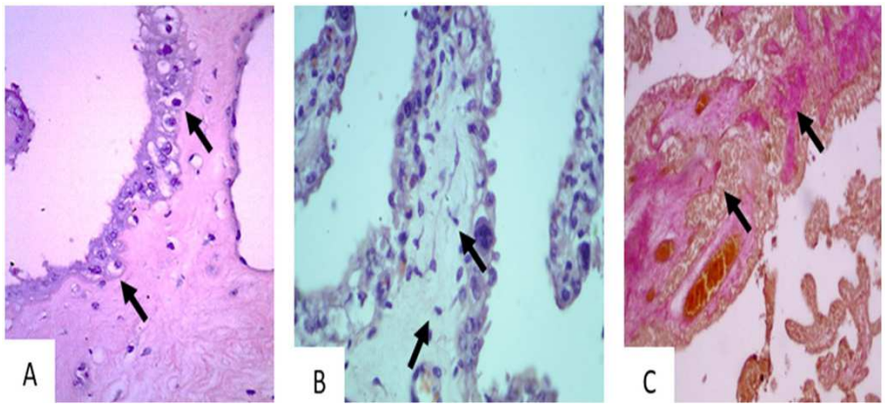


Рисунок 2. Микроскопические изображения ворсинок хориоаллантоиса северного домашнего оленя: А) - демонстрирует внутриклеточную вакуолизацию цитотрофобласта (указано стрелками), окраска гематоксилин и эозин, увеличение ×400; В) - клетки фибробластического ряда (отмечены стрелками), окраска гематоксилин и эозин, увеличение ×100; С) - деформация коллагеновых волокон, окраска по Ван-Гизон, увеличение ×100
Figure 2. Microscopic images of chorioallantois villi of domestic reindeer: A) - demonstrates intracellular vacuolization of cytotrophoblast (indicated by arrows), hematoxylin and eosin staining, magnification ×400; B) - fibroblastic cells (marked by arrows), hematoxylin and eosin staining, magnification ×100; C) - deformation of collagen fibers, van Gieson staining, magnification ×100

фически измененных клеток с просветленной цитоплазмой. Преобладание терминальных ворсин, построенных из цитотрофобластов и симпластотрофобластов, было характерно для исследованных полей зрения. В оксифильной цитоплазме ворсин хориона котиледонов наблюдались множественные ядра круглой формы, которые имели различное содержание хроматина. Отммечалось значительное увеличение количества митохондрий в цитоплазме: их поверхностная плотность возросла на 52 %, а объемная – на 43 %. Эти изменения могут указывать на наличие патологических состояний в плаценте, таких как воспалительные процессы, дегенеративные изменения или адаптивные реакции на стресс.

Также выявлено увеличение как объемной (на 34 %), так и поверхностной (на 25 %) плотности гранулярного эндоплазматического ретикулума. Одновременно с этим, численность свободных рибосом увеличилась на 25 %. Отмечено скопление коллагеновых волокон в пространстве между ворсинками котиледона. Количество фибробластов в межворсинчатом пространстве котиледона в 2,5 раза превысило количество клеток похожих на фибробласты в строме аллантохориона. Фибробласты, расположенные в карункуле, демонстрируют значительно лучшие показатели по сравнению с фибробластами хориального ряда. Это касается таких характеристик, как площадь ядра, плотность гранулярного эндоплазматического ретикулума и митохондрий (как объемная, так и поверхностная), а также количества свободных рибосом и полисом.

Локализация эпителиальных и мезенхимальных элементов и их соотношение во внеклеточном пространстве на единицу площади котиледона содержит много фибриллярных коллагеновых волокон.

Заключение

Хориоаллантоисная плацента у эутериев имеет различные типы строения, зависящие от количества клеточных слоев в межгемальном пространстве [11]. Количество слоев влияет на проницаемость плаценты и транспорт питательных веществ, что было нами учтено при изучении воздействий на репродуктивную систему и развитие плода на последних этапах беременности [12]. В ходе исследований было обнаружено, что в фетальной части плаценты северных домашних оленей (Rangifer tarandus) эпителий амниона имеет однослойную призматическую форму с признаками частичного разрушения. Клетки цитотрофобласта отличаются разнообразной формой: от кубической и округлоовальной до уплощенной и полигональной. Эти клетки имеют небольшое или умеренное количество цитоплазмы, в которой часто встречаются мелкие вакуоли, что делает их более светлыми. Ядра этих клеток небольшие или средние по размеру. Под слоем цитотрофобласта расположена пластинка рыхлой волокнистой соединительной ткани, что подтверждается другими исследованиями [13, 14]. Фибробласты в материнской части плаценты северного оленя демонстрируют умеренную или выраженную вакуолизацию – образование вакуолей внутри клеток. Это приводит к тому, что клетки приобретают "перстневидный" или просветленный вид, что свидетельствует о вакуольной дистрофии эпителия ворсин хориоаллантоиса. В работе [5], посвященной водяному оленю, отмечается схожесть его морфологических характеристик с северным оленем (R. tarandus tarandus). Плацентомы у этого вида имеют овальную форму и характеризуются разветвленной структурой ворсин, которые делятся на три слоя: глубокий, средний и поверхностный. У северного домашнего оленя биноклеарные клетки трофобласта преимущественно расположены в глубоком слое, что также подтверждает синэпителиохориальный тип плаценты. В отличии от водяного оленя у северного оленя под эпителием располагается густая, разветвленная сеть капилляров с выраженным полнокровием (гиперемией). Капилляры ворсин сильно наполнены кровью, что свидетельствует о ярко выраженной гиперемии. Гипоксия, или недостаток кислорода, негативно влияет на репродуктивные процессы у млекопитающих, вызывая осложнения во время беременности [15]. В рамках исследования [6] были проанализированы матки 5 беременных импал, срок беременности которых составлял от 49 до 113 дней из общего срока в 190 дней, анализ включал в себя детальный гистологический и иммуногистохимический анализ. Тип плацентации у импалы схож с другими жвачными животными. Ворсины эмбриональной ткани глубоко проникают в крипты материнской плаценты. Несмотря на общий тип плацентации, структура и биохимические характеристики плаценты импалы значительно отличаются от других жвачных животных в том числе северного домашнего оленя. Исследования [10] на мышах-оленях показали, что особи, живущие в низкогорных районах, страдают от задержки роста плода из-за нехватки кислорода. В то же время, высокогорные особи сохраняют нормальный рост благодаря увеличению объёма плаценты, что улучшает обмен веществ. У северного оленя в наших исследованиях соединительная ткань и строма ворсин хориоаллантоиса котиледона установлена инфильтрация лимфоцитами, которая может быть, как слабой, так и умеренной. В плацентомах наблюдается рассеянная инфильтрация различными типами клеток в рыхлой волокнистой соединительной ткани ворсин хориоаллантоиса котиледонов и стромальных элементах крипт карункулов.

Выводы

Полученные нами данные позволили выявить следующие особенности у важенок северного домашнего оленя в сравнении с другими оленьими:

– плаценты важенок северного домашнего оленя представляется как олигокотиледонная анатомическая структура;

– плацентомы (карункулы и котиледоны) до родов характеризуются тесным взаимодействием трофобласта с криптовым эпителием карункулов, что создает четкую границу между ними, трофобласт активно поглощают эритроциты, накапливая железосодержащий пигмент;

– содержат двуядерные клетки трофобласта (15–20 %), эти клетки, мигрируют и сливаются с клетками выстилающих крипты карункулов матки, образуя тринуклеатные гибридные клетки и синцитиальные бляшки;

– при плацентарной недостаточности на гистоструктурном уровне наблюдается переплетение материнских и плодных микроворсинок, с признаками повреждений и атрофии эпителия;

– отмечается набухание и изменение окраски коллагеновых волокон в соединительной ткани, сопровождающееся локальным отслоением эпителия, поверхность плацентом характеризовалась наличием множественных ворсинчатых выпячиваний;

– обширным замещением эпителиальных дефектов и обнаружением групп дистрофически измененных клеток с просветленной цитоплазмой и преобладания терминальных ворсин, построенных из цитотрофобластов и симпластотрофобластов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-16-20118, https://rscf.ru/project/25-16-20118/.

Литература
1. Патоморфологические изменения и иммунолокализация матриксных металлопротеиназ в плаценте коров при задержании последа. / В.С. Авдеенко, А.И. Мороз, Д.И. Сафронов, В.Ю. Финагеев, С.П. и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2024. - №. 5. - С. 94-101. doi:10.31857/S2500208224050195.
2. Авдеенко В.С. Распределение металлопротеиназ межклеточного матрикса ворсин аллонтохориона котиледонов и крипт карункулов коров с плацентарной недостаточностью. / В.С. Авдеенко, М.Е. Горбаков, А.И. Мороз // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. - 2024. - №. 7. - С. 37-46. doi: 10.17076/eb1970.
3. Holst B.S. Companion animal and equine clinical research: a Nordic perspective. / B.S. Holst, A. Engelmann, G. Grondahl et al. // Acta veterinaria Scandinavica. - 2023. - Vol. 67, №. 1. - P. 3. doi: 10.1186/s13028-024-00787-1.
4. Birth and afterbirth period in mares of the Yakut breed. / V.I. Fedorov, E.S. Sleptsov, N.V. Vinokurov, T.V. Ippolitova, et al. // Reproduction in Domestic Animals. - 2019. - Vol. 54, № S3. - P. 87-88. doi: 10.1111/rda.13528.
5. Sohn J.H. Morphology of placentome in Korean water deer Hydropotes inermis argropus. / J.H. Sohn. // Journal of Veterinary Medical Science. - 2021. - Vol. 83, №. 7. - P. 1081-1085. doi: 10.1292/jvms.21-0158.
6. Wilsher S. Placentation and hormonal maintenance of pregnancy in the impala (Aepyceros melampus). / S. Wilsher, R.E.S. Greenwood, G.D. Mahon, W.R. Allen. // Placenta. - 2020. - №. 95. - P. 91-105. doi: 10.1016/j.placenta.2020.04.009.
7. Wilsher S. Placentation in the blue wildebeest (Connochaetes taurinus). / S. Wilsher, F. Stansfield, W.R. Allen. // Placenta. - 2019. - №. 82. - P. 46-56. doi: 10.1016/j.placenta.2019.05.008.
8. Acuna F. Differential Remodelling of Endometrial Extracellular Matrix in the Non-Pregnant Uterus of Lagostomus maximus as a Potential Mechanism Underlying Embryonic Death. / F. Acuna et al. // Animals. - 2025. - Vol. 15, №. 4. - P. 542. doi: 10.3390/ani15040542.
9. Flamini M.A. Morphological characteristics of the uterus and uterine cervix of the plains viscacha (Lagostomus maximus). / M.A. Flamini, C.G. Barbeito, E.L. Portiansky. // Acta Zool. - 2019. - №. 101. - P. 353-365. doi: 10.1111/azo.12300.
10. Wilsterman K. Adaptive structural and functional evolution of the placenta protects fetal growth in high-elevation deer mice / K. Wilsterman, E.C. Moore, R.M. Schweizer, K. Cunningham, et al. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. - 2023. - Vol. 120, №. 25. - P. e2218049120. doi: 10.1073/pnas.2218049120.
11. Foster A. Reindeer. / A. Foster, K. Heawood, M. Ruder, S. Ecroyd. // Deer Veterinary Medicine. - 2025. - № 10. - P. 385-394. doi: 10.1002/9781394221370.ch31.
12. Qumsiyeh M., Handal E.N. Adaptive nature of chromosome variation in placental mammals and applicability to domestication and invasiveness. / M. Qumsiyeh, E.N. Handal // Hystrix. - 2022. - Vol. 33, №. 2. - P. 102. doi: 10.4404/hystrix-00509-2021.
13. Nagy S. Reproduction of male reindeer (Rangifer tarandus). / S. Nagy, H. Lindeberg, E. Nikitkina, A. Krutikova et. al. // Animal reproduction science. - 2021. - №. 227. -P. 106722. doi: 10.1016/j.anireprosci.2021.106722.
14. Lee J.H. Reconstitution of Caruncle Placenta through tha 20?-HSD/Casp-3 Apoptotic Pathway during Early Pregnancy in Bovines. / J.H. Lee, M.G. Oh, SH. Kim. // Cell. - 2023. - № 12(1). - P.162. doi: 10.3390/cells12010162.
15. Large-scale ruminant genome sequencing provides insights into their evolution and distinct traits. / L. Chen, Q. Qiu, Y. Jiang et al. // Science. - 2019. - № 364. - P. 6446. doi: 10.1126/science. aav6202

References
1. Patomorfologicheskie izmeneniya i immunolokalizaciya matriksnyh metalloproteinaz v placente korov pri zaderzhanii posleda. / V.S. Avdeenko, A.I. Moroz, D.I. Safronov, V.Yu. Finageev, S.P. i dr. // Vestnik rossijskoj selskohozyajstvennoj nauki. - 2024. - №. 5. - S. 94-101. doi:10.31857/S2500208224050195.
2. Avdeenko V.S. Raspredelenie metalloproteinaz mezhkletochnogo matriksa vorsin allontohoriona kotiledonov i kript karunkulov korov s placentarnoj nedostatochnostyu. / V.S. Avdeenko, M.E. Gorbakov, A.I. Moroz // Trudy Karelskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. - 2024. - №. 7. - S. 37-46. doi: 10.17076/eb1970.

Для цитирования/ For citation

Структурные изменения в плаценте важенок северного оленя в норме и при плацентарной недостаточности / В.С. Авдеенко, В.И. Федоров, Д.И. Сафронов, К.Р. Нифонтов, Е.В. Сивцев // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.6–11.

Structural changes in the placenta of the reindeer (rangifer tarandus) in placental insufficiency / V.S. Avdeenko, V.I. Fedorov, D.I. Safronov, K.R. Nifontov, Y.V. Sivtsev // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.6–11.

Пресс-релиз/ Press-release

На Кипре зафиксирована вспышка ящура на животноводческом предприятии

Европейская комиссия официально сообщила о выявлении вспышки ящура в одном из населенных пунктов северной части Кипра, где Правительством Республики не осуществляется эффективный ветеринарный надзор. В настоящее время проводятся расследования для уточнения эпизоотологической ситуации, которая предположительно связана с серотипом ящура SAT-1.

Подозрения на заболевание возникли из-за резкого снижения молочной продуктивности на животноводческом предприятии в районе Лапитоса. Отобранные образцы были направлены на лабораторные исследования в специализированный научно-исследовательский институт в Анкаре (Турция). По результатам экспертиз у четырех животных был выявлен вирус ящура.

На данный момент очаг заболевания находится на карантине, запрещено перемещение животных, в том числе убойных. Планируется проведение вакцинации порядка 13 тысяч животных, в том числе крупного рогатого скота, овец и коз. Компетентные органы также принимают меры по очистке и дезинфекции транспортных средств, используемых для перевозки скота, грузовиков, молочных цистерн и другого оборудования. По завершении процедур дезинфекции транспортным средствам будет выдаваться соответствующий сертификат. Перевозка животных на бойни без указанного сертификата будет запрещена.

Отмечается, что выявленные случаи стали второй вспышкой ящура в северной части острова в течение одной недели, что свидетельствует об ухудшении эпизоотологической динамики.

До настоящего времени Кипр имел статус страны, благополучной по ящуру без вакцинации в соответствии с решением Всемирной организации здоровья животных (ВОЗЖ). Выявление очагов заболевания может повлечь за собой пересмотр данного статуса и введение дополнительных ветеринарно-санитарных и торговых ограничений.

С целью недопущения проникновения ящура на территорию России проводится комплексная система мероприятий по профилактике и борьбе с заболеванием, которая направлена на предупреждение заноса вируса в страну, систематическую иммунизацию крупного и мелкого рогатого скота, а также проведение эпизоотологического наблюдения.

Кроме того, в подведомственном Россельхознадзору ФГБУ "ВНИИЗЖ" проводится широкий перечень исследований на выделение вируса ящура из проб биологического материала, а также выявление и идентификацию антигена вируса ящура. Помимо этого, ученые ФГБУ "ВНИИЗЖ" занимаются разработкой эффективных препаратов против ящура из актуальных штаммов.

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-2

УДК 636.087.72:637.13.8

Влияние скармливания новых рецептов кормовых добавок на биохимические показатели крови дойных коров в условиях Якутии

Алексеева Н.М., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и разведения КРС, agronii71@mail.ru
Борисова П.П., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и разведения КРС, Sulusovna@mail.ru
Николаева Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и разведения КРС, agronii@mail.ru
Слепцов Е.С., доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории традиционных отраслей, evgeniycemenovic@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Сибирского отделения Российской академии наук – Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, г. Якутск

Ключевые слова: кормовые добавки, цеолит, дойные коровы, биохимические показатели, витамины, общий белок, альбумин.

Резюме. Исследование посвящено изучению влияния скармливания новых рецептов кормовых добавок, изготовленных на основе местных ресурсов, на биохимические показатели крови дойных коров симментальской породы в условиях Якутии. В наших опытах статистически значимых изменений биохимических показателей крови в период проведения опытов не произошло, все исследуемые параметры крови, как в начале, так и в конце опытов во всех группах животных находились в пределах физиологической нормы и не имели достоверных различий между группами. Отличие в кормлении заключалось в том, что коровы I-ой опытной группы с хозяйственным рационом получали рецепт № 1 из ячменя "Тамми" – 27%, овса "Покровский" – 35%, сухой пивной дробины – 32%, цеолита-хонгурина – 2%, пробиотического препарата "Хонгуринобакт" – 2%, минерального премикса "Мегамикс" – 1%, лизина – 1%. Коровы II-ой опытной группы получали рецепт № 2 из ячменя "Тамми" – 31%, овса "Покровский" – 25%, пивной дробины – 38%, цеолита-хонгурина – 2%, пробиотического препарата "Хонгуринобакт" – 2%, минерального премикса "Мегамикс" – 1%, лизина – 1%. Следует отметить, что содержание общего белка у исследованных животных за период опыта повысилось с 68,7±0,04 до 73,0±0,08; с 65,2±0,10 до 72,0±0,09 и с 76,1±0,02 до 77,0±0,05 г/л., при этом, статистически достоверной разности между группами не установлено. Повышение уровня белка, относительно исходных показателей, отмечено только в I-опытной группе, в контрольной и во второй группах показатель оставался стабилен на протяжении всего времени проведения опыта. В целом, между группами содержание кальция и фосфора в сыворотке крови достоверных различий не имело. Достоверной разницы по содержанию магния, хлора, калия, натрия и железа в сыворотке крови сравниваемых групп подопытных животных не установлено, что соответствует физиологической норме для данного вида и возраста животных. Следовательно, скармливание дойным коровам новых рецептов кормовых добавок позволит скорректировать энергетический обмен веществ и обеспечит профилактику и других продукционных нарушений обмена веществ в их организме.

The influence of feeding new recipes of feed additives on the biochemical parameters of the blood of dairy cows in the conditions of Yakutia

Alekseeva N.M., Borisova P.P., Nikolaeva N.A., Sleptsov E.S.
Federal State Budgetary Scientific Institution, Federal Research Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences – M.G. Safronov Yakutsk Research Institute of Agriculture, Yakutsk

Key words: feed additives, dairy cows, biochemical parameters, vitamins, total protein, zeolite, albumins, feed additives.

Abstract: The study investigated the effect of feeding new feed additive recipes based on local resources on the biochemical parameters of the blood of Simmental dairy cows in the conditions of Yakutia. In our experiments, statistically significant changes in blood biochemical parameters did not occur during the experimental period; all studied blood parameters, both at the beginning and at the end of the experiments in all groups of animals, were within the physiological norm and did not show reliable differences between the groups. The difference in feeding was that cows of the first experimental group with a commercial ration received recipe No. 1 consisting of "Tammi" barley – 27%, "Pokrovsky" oats – 35%, dry brewer's grains – 32%, zeolite-hongurin – 2%, the probiotic preparation "Hongurinobact" – 2%, the mineral premix "Megamiks" – 1%, lysine – 1%. The cows of the 2nd experimental group received recipe No. 2 from Tammy barley – 31%, Pokrovsky oats – 25%, brewer's grains – 38%, zeolite-hongurin – 2%, probiotic preparation Hongurinobact – 2%, mineral premix Megamix – 1%, lysine – 1%. It should be noted that the total protein content in the studied animals during the experimental period increased from 68.7±0.04 to 73.0±0.08; from 65.2±0.10 to 72.0±0.09 and from 76.1±0.02 to 77.0±0.05 g/l., while no statistically significant difference was found between the groups. An increase in protein levels relative to baseline was

observed only in the first experimental group; in the control and second groups, the level remained stable throughout the entire experiment. Overall, serum calcium and phosphorus levels did not differ significantly between the groups. No significant differences were found in serum magnesium, chloride, potassium, sodium, and iron levels between the compared groups of experimental animals, which corresponds to the physiological norm for this species and age of animals. Therefore, feeding dairy cows new feed supplement formulas will help correct energy metabolism and prevent other metabolic disorders.

Введение

Республика Саха (Якутия), расположенная в зоне резко континентального климата, сталкивается с уникальными природно-климатическими условиями, которые создают значительные трудности для сельскохозяйственного производства, особенно в области заготовки кормов для крупного рогатого скота (КРС). Зимние температуры, нередко опускающиеся ниже минус 50° С, крайне короткий вегетационный период и недостаток суммы активных температур для роста кормовых культур существенно ограничивают возможности выращивания высокопродуктивных трав. Кроме того, засушливость региона, обусловленная низким количеством осадков (в среднем 200–300 мм в год) и высокой испаряемостью в летний период, приводит к деградации пастбищных угодий и снижению урожайности кормовых культур.

Эти факторы вызывают хронический дефицит кормов, богатых основными питательными веществами: белками, углеводами, липидами, витаминами (особенно A, D, E) и минералами (кальций, фосфор, магний, селен, йод). В зимний период, потребность в высококачественных кормах, таких как сено, силос и концентраты, возрастает многократно. Недостаток этих компонентов в рационе приводит к нарушению обмена веществ, снижению иммунной резистентности, ухудшению репродуктивных функций и общей продуктивности животных [1]. Современные технологии животноводства, направленные на повышение эффективности и продуктивности, включают автоматизацию, оптимизацию условий содержания и интенсивные методы разведения. Однако эти подходы сопряжены с рядом стрессогенных факторов, которые негативно сказываются на физиологическом и психологическом состоянии КРС. Высокая молочная продуктивность, характерная для современных пород КРС, рассматривается как дополнительный фактор риска, связанный с метаболическим напряжением [2, 3].

Поэтому для более объективной оценки физиологического состояния и характера обмена веществ у сельскохозяйственных животных все более широкое применение находят исследования по изучению состава крови.

Кровь – стационарная физико-химическая система, чутко реагирующая на сдвиги в гомеостазе, представляет надёжный индикатор текущего состояния организма. Изменения, происходящие в крови, находятся в прямой зависимости от функционального, возрастного, иммунного статуса животного и антигенной нагрузки. Наиболее показательными являются изменения количества белка и продуктов его обмена, а также показатели ферментов, участвующих в аминокислотном обмене.

Биохимические показатели крови являются основными индикаторами физиологического состояния сельскохозяйственных животных. Внутренняя среда организма имеет способность сохранять постоянство своего состава и свойств. В то же время составные части крови чрезвычайно подвижны и быстро отражают наступившие в организме изменения в условиях нормы и патологии. Следует отметить, что кровь поддерживает стабильность ряда констант гомеостаза – осмотическое давление, pH, изотонию [3].

Состав крови отражает как общее устройство организма и его физиологическое состояние, так и многие стороны промежуточного обмена веществ. И это дает основание предполагать, что биохимический состав крови взаимосвязан с продуктивными и племенными качествами животных [11].

Цель исследования – изучение влияния скармливания новых рецептов кормовых добавок на биохимические показатели крови дойных коров симментальской породы в условиях Якутии.

Материалы и методы исследований

Опыты проводились на базе ООО "Хоробут" Мегино-Кангаласского района Республики Саха (Якутия) в молочном репродукторе "Эрэл". Животные в летнее время находились на естественных пастбищах в сайылычном (летний выпас) хозяйстве, а в зимнее время содержался в молочном репродукторе привязном содержании. Продолжительность научно-хозяйственного опыта составила 238 дней. Было скомплектовано три группы животных по 10 голов в каждой по принципу пар-аналогов с учетом возраста и живой массы. Содержание животных в группе было одинаковым. Кормление производилось два раза в сутки. В течение всего научно-хозяйственного опыта в стойловый период подопытные животные всех групп получали сбалансированный рацион в соответствии с детализированной системой кормления [4].

Для подопытных групп были составлены рационы, одинаковые по основным питательным веществам, разработанные А.П. Калашниковым и др. [4]. Лабораторный анализ кормов, их остатков выполнены в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова на ИК-анализаторе NIRSCANER (model 4250, производства США).

Для определения состояния организма подопытных животных в течение опыта мы исследовали биохимию крови. Биохимические показатели сыворотки крови исследовались по содержанию форменных элементов, микромакроэлементов на газовом лабораторном Хроматографе "Маэстро ГХ" (производства Россия).

Исследования выполнено в рамках государственного задания Минобрнаук РФ FWRS-2024-0025 с использованием оборудования на Spectra Star 2200 ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН и по гранту № 3. ЦКП.21.0016

Таблица 1. Рецепты кормовых добавок из местных ресурсов для крупного рогатого скота симментальской породы
Table 1. Recipes of locally sourced feed additives for Simmental cattle

Компоненты	Ед. изм.	Состав рецепта	
		№ 1	№ 2
Ячмень «Тамми»	%	27	31
Овес «Покровский»	%	35	25
Сухая пивная дробина	%	32	38
Цеолит-хонгурин	%	2	2
Пробиотический препарат «Хонгуринобакт»	%	2	2
Минеральный премикс «Мегамикс»	%	1	1
Лизин	%	1	1
Итого:		100	100

Результаты исследований

Рацион животных состоял из сена разнотравного 10,0 кг, силоса овсяного 18,0 кг, и 2 кг комбикорма. Отличие в кормлении заключалось в том, что коровы I-ой опытной группы с хозяйственным рационом получали рецепт № 1 из ячменя "Тамми" – 27 %, овса "Покровский" – 35 %, сухой пивной дробины – 32 %, цеолита-хонгурина – 2 %, пробиотического препарата "Хонгуринобакт" – 2 %, минерального премикса "Мегамикс" – 1 %, лизина – 1 %. Коровы II-ой опытной группы получали рецепт № 2 из ячменя "Тамми" – 31 %, овса "Покровский" – 25 %, пивной дробины – 38 %, цеолита-хонгурина – 2 %, пробиотического препарата "Хонгуринобакт" – 2 %, минерального премикса "Мегамикс" – 1 %, лизина – 1 % (таблица 1).

Результаты исследования отобранных проб показали, что содержание общего белка у исследованных животных за период опыта повысилось с 68,7±0,04 до 73,0±0,08; с 65,2±0,10 до 72,0±0,09 и с 76,1±0,02 до 77,0±0,05 г/л, при этом, статистически достоверной разности между группами не установлено (таблица 3). Повышение уровня белка, относительно исходных показателей, отмечено только в I-опытной группе, в контрольной и во второй группах показатель оставался стабилен на протяжении всего времени проведения опыта.

Обеспеченность рациона по протеину определяется по концентрации альбумина в сыворотке крови, который характеризует белковый резерв организма. Уровень альбумина крови во всех группах в начале опыта соответствовал нормативным показателям 23,2–26,3 г/л. Содержание альбумина в I-опытной группе на протяжении опыта сохранялось на одном уровне 23,2±24,3 г/л, во II-опытной группе содержание альбумина увеличилось с 25,0 до 26,2 г/л. Разница между группами по содержанию альбумина и глобулинов была незначительной (P<0,95). Анализ количества глобулиновых фракций показывает, что в крови коров, получавших рецепты кормовых добавок из местного сырья, их уровень сохранялся в пределах физиологической нормы. Так, содержание глобулинов в сыворотке крови по группам составило: α-глобулинов – 12,3–12,9 г/л, β-глобулинов – 9,7–10,1 г/л и γ-глобулинов – 20,0–20,2 г/л. Разница по содержанию альбуминов и глобулинов была незначительной (P<0,95).

В содержании холестерина в крови произошли изменения в сторону увеличения до 10,03–10,25 мг/%. Отсутствие достоверных различий указывает на одинаковый потенциал животных с точки зрения течения белкового обмена, а также обеспечения устойчивости организма к негативным внешним факторам. Следовательно, уровень холестерина не превышал норму у всех животных за весь период проведения опыта и соответствовал среднему значению, это связано с тем, что введение в рацион коров кормовых добавок на основе местных ресурсов не оказывает негативного влияния на состояние гомеостаза и позволяет оптимизировать уровень белкового обмена у животных.

Использование в составе основного рациона кормления испытываемых рецептур кормовых добавок из местного сырья оказало определенное влияние на минеральный состав сыворотки крови подопытных животных (таблица 3).

Данные таблицы 3 показали, что содержание кальция в период проведения опыта колеблется от 1,97 до 1,98 ммоль/л контрольной группы, от 1,98 до 1,99 ммоль/л I-опытной группы и от 1,99 до 1,10 ммоль/л II-опытной группы, что в целом соответствовало норме. Соответственно, содержание неорганического фосфора было в пределах нормы, с колебаниями от 1,24 до 1,94 ммоль/л у коров контрольной группы, от 1,95 до 1,96 ммоль/л у I-опытной группы и от 1,10 до 1,21 и у коров II-опытной группы. В целом между группами содержание кальция и фосфора в сыворотке крови достоверных различий не имело. Такая же тенденция и по содержанию фосфора, магния, железа, хлора, калия и натрия. Достоверной разницы по содержанию магния, хлора, калия, натрия и железа в сыворотке крови сравниваемых групп подопытных животных не установлено, что соответствует физиологической норме для данного вида и возраста животных.

Выводы

Таким образом, результаты нашего исследования показывают с учетом состава местных кормов разра-

Таблица 2. Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови коров симментальской породы, M±m
Table 2 . Content of total protein and its fractions in the blood serum of Simmental cows, M±m

Показатель		Периоды опыта	Группа		
			Контрольн.	I-опытная	II-опытная
Общий белок, г/л		в начале	68,7±0,04	65,2±0,10	76,1±0,02
		в конце	73,0±0,08	72,0±0,09	77,0±0,05
Альбумин, г/л		в начале	23,2±0,04	23,2±0,04	25,0±0,06
		в конце	26,3±0,03	24,3±0,07	26,2±0,03
Глобулины, г/л	альфа	в начале	12,3±0,01	12,6±0,05	12,7±0,02
		в конце	12,8±0,05	12,4±0,03	12,9±0,04
	бета	в начале	10,2±0,07	9,7±0,08	9,5±0,02
		в конце	10,5±0,02	10,1±0,02	9,9±0,05
	гамма	в начале	21,7±0,03	20,2±0,06	20,0±0,01
		в конце	20,2±0,02	19,7±0,06	20,2±0,02
Холестерин, мг/%		в начале	9,91±4,20	10,13±2,13	10,03±3,38
		в конце	9,45±3,94	10,12±4,10	10,25±5,26

*(P<0,95)

Таблица 3. Минеральный состав сыворотки крови коров симментальской породы, ммоль/л, ммоль/л, M±m
Table 3. Mineral composition of blood serum of Simmental cows, mmol/l, M±m

Показатель	Группа					
	контрольная		I-опытная		II-опытная	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
Кальций, ммоль/л	1,98±0,02	1,97±0,06	1,98±0,07	1,99±0,06	1,99±0,14	1,10±0,07
Фосфор, ммоль/л	1,24±0,01	1,94±0,08	1,95±0,05	1,96±0,08	1,10±0,13	1,21±0,08
Магний, ммоль/л	2,94±0,06	2,87±0,03	2,87±0,09	2,94±0,12	3,02±0,12	3,12±0,27
Железо, ммоль/л	28,72±0,56	28,81±0,56	28,96±0,65	28,23±0,78	28,91±1,53	28,96±1,9
Хлор, ммоль/л	103,56±0,32	103,58±0,43	103,61±0,35	103,69±0,42	103,67±1,42	103,68±0,67
Калий, ммоль/л	4,17±0,12	4,18±0,43	4,23±0,36	4,33±0,36	4,45±0,29	4,78±0,31
Натрий, ммоль/л	131,62±0,27	133,4±0,33	132,84±0,64	135,64±0,28	137,64±2,37	140,24±1,35

ботана рецептура новых кормовых добавок для дойных коров симментальской породы, что позволило сбалансировать рационы по недостающим элементам питания и улучшило поедаемость основных кормов на протяжении стойлового периода.

В научно-исследовательских работах статистически значимых изменений биохимических показателей крови в период проведения опытов не произошли, все исследуемые параметры крови, как в начале, так и в конце опытов у всех групп животных находились в пределах физиологических норм и не имели достоверных различий между группами. Следовательно, скармливание рецептуры местных кормовых добавок в составе ячменя "Тамми", пшеницы "Туймаада", овес "Покровский" и "Виленский", сухой пивной дробины, цеолита-хонгурина, пробиотика "Хонгуринобакт" в рационе дойных коров симментальской породы способствовало активизации жизненно важных процессов в организме, усвоению кормов и улучшению аппетита.

Литература

1. Алексеева Н.М. Использование ферментного препарата при кормлении дойных коров в условиях Якутии. / Н.М. Алексеева, Н.А. Николаева, П.П. Борисова. // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2013. - № 10. - С. 59-63.
2. Алексеева Н.М., Борисова П.П. Влияние биологической кормовой добавки на переваримость питательных веществ корма у коров симментальской пород. / Н.М. Алексеева, П.П. Борисова. // Главный зоотехник. - 2015. - № 8. - С. 24-29.
3. Алексеева Н.М. Биохимические показатели крови молодняка герефордской породы в условиях Якутии. / Н.М. Алексеева, В.В. Романова, П.П. Борисова. // Вестник КРАСГАУ, 2017. - № 7. - С. 37-43.
4. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. / А.П. Калашников, И.Н. Клейменов, В.Н. Баканов и др. - М.: ВО "Агропромиздат". - 1985. - 352 с.
5. Кузьмина И.Ю. Кормовые добавки для молодняка крупного рогатого скота в условиях Магаданской области. / И.Ю. Кузьмина // Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов: материалы конф., посв. 120-летию М.Ф. Томмэ (14-16 июня, 2016 г.). - п. Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2016. - С. 129-134.
6. Неустроев М.П. Природные цеолиты Хонгуринского месторождения в животноводстве. / М. П. Неустроев, И. С. Третьяков, Н. Н. Сазонов; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Якут. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. - Якутск: ЯНИИСХ РАСХН, 2008. - 143 с.
7. Николаева Н.А. Использование кормовых добавок в кормлении молочных коров. Роль науки в инновационном развитии племенного животноводства Республики Саха (Якутия). / Н.А. Николаева. - Якутск, 2013. - С. 80-84.
8. Николаева Н.А. Оценка влияния энерго-протеиново-минеральных кормовых добавок на переваримость и использование питательных веществ рационов дойных коров в условиях Якутии. / Н.А. Николаева, П.П. Борисова, Н.М. Алексеева. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии - 2016. - № 3. - С. 34-38.
9. Nikolaeva N.A., Pankratov V.V., Chernogradskaya N.M., Grigoriev M.F. The Use of Feed Additives in the Diet of Cows and Young Cattle in Yakutia.- Biosciences, Biotechnology Research Asia. - 2015. - № 12 (2). - С. 1651-1657.
10. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. / А.И. Овсянников. - М.: Колос, 1976. - С. 43-60.
11. Плохинский Н.А. Руководство по биохимии для зоотехников. / Н.А. Плохинский. - М: Колос, 1969. - 225 с.

References

1. Alekseeva N.M. Ispol`zovanie fermentnogo preparata pri kormlenii dojny`x korov v usloviyax Yakutii. / N.M. Alekseeva, N.A. Nikolaeva, P.P. Borisova. // Kormlenie sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x i kormoproizvodstvo. - 2013. - № 10. - S. 59-63.
2. Alekseeva N.M., Borisova P.P. Vliyanie biologicheskoj kormovoj dobavki na perevarimost` pitatel`ny`x veshhestv korma u korov simmental`skoj porod. / N.M. Alekseeva, P.P. Borisova. // Glavny`j zootexnik. - 2015. - № 8. - S. 24-29.
3. Alekseeva N.M. Bioximicheskie pokazateli krovi molodnyaka gerefordskoj porody` v usloviyax Yakutii. / N.M. Alekseeva, V.V. Romanova, P.P. Borisova. // Vestnik KRASGAU, 2017. - № 7. - S. 37-43.
4. Kalashnikov A.P. Normy` i raciony` kormleniya sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. / A.P. Kalashnikov, I.N. Klejmenov, V.N. Bakanov i dr. - M.: VO "Agropromizdat". - 1985. - 352 s.
5. Kuz`mina I.Yu. Kormovy`e dobavki dlya molodnyaka krupnogo rogatogo skota v usloviyax Magadanskoj oblasti. / I.Yu. Kuz`mina // Fundamental`ny`e i prikladny`e aspekty` kormleniya sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x i texnologii kormov: materialy` konf., posv. 120-letiyu M.F. Tomme` (14-16 iyunya, 2016 g.). - p. Dubrovicy: VIZh im. L.K. E`rnsta, 2016. - S. 129-134.
6. Neustroev M.P. Prirodny`e ceolity` Xongurinskogo mestorozhdeniya v zhivotnovodstve. / M. P. Neustroev, I. S. Tret`yakov, N. N. Sazonov; Ros. akad. s.-x. nauk, Gos. nauch. uchrezhdenie Yakut. nauch.-issled. in-t sel. xoz-va. - Yakutsk: YaNIISX RASXN, 2008. - 143 s.
7. Nikolaeva N.A. Ispol`zovanie kormovy`x dobavok v kormlenii molochny`x korov. Rol` nauki v innovacionnom razvitii plemennogo zhivotnovodstva Respubliki Saxa (Yakutiya). / N.A. Nikolaeva. - Yakutsk, 2013. - S. 80-84.
8. Nikolaeva N.A. Ocenka vliyaniya e`nergo-proteinovo-mineral`ny`x kormovy`x dobavok na perevarimost` i ispol`zovanie pitatel`ny`x veshhestv racionov dojny`x korov v usloviyax Yakutii. / N.A. Nikolaeva, P.P. Borisova, N.M. Alekseeva. // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii - 2016. - № 3. - S. 34-38.
10. Ovsyannikov A.I. Osnovy` opy`tnogo dela v zhivotnovodstve. / A.I. Ovsyannikov. - M.: Kolos, 1976. - S. 43-60.
11. Ploxinskij N.A. Rukovodstvo po bioximii dlya zootexnikov. / N.A. Ploxinskij. - M: Kolos, 1969. - 225 s.

Для цитирования / For citation

Влияния скармливания новых рецептов кормовых добавок на биохимические показатели крови дойных коров в условиях Якутии / Алексеева Н.М. и др. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.12–15.

The influence of feeding new recipes of feed additives on the biochemical parameters of the blood of dairy cows in the conditions of Yakutia / Alekseeva N.M. et al. // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.12–15.

Пресс-релиз/ Press-release

100 лучших товаров России

Подведомственное Россельхознадзору ФГБУ "ВНИИЗЖ" стало победителем Всероссийского конкурса "100 лучших товаров России". Представители подведомственного Россельхознадзору ФГБУ "ВНИИЗЖ" приняли участие в торжественной церемонии награждения победителей Всероссийского конкурса "100 лучших товаров России", представлявших Владимирскую область. Мероприятие состоялось в региональном Доме Правительства.

В ходе церемонии были отмечены лучшие предприятия региона - пищевой, легкой и оборонной промышленности, а также сферы народных промыслов, чья продукция получила признание на федеральном уровне. Всего в этом году конкурс объединил 10 федеральных округов, 70 регионов, 1421 предприятие и 2053 товара

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-3

УДК 636.39.033

Продуктивность чистопородных козликов карачаевской породы и их помесей по калахару

Двалишвили В.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, гл. научный сотрудник, dvalivig@mail.ru
Магомедов М.И., аспирант

ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста", пос. Дубровицы

Ключевые слова: скрещивание, порода, карачаевская, калахар, мясная продуктивность, переваримость кормов.

Резюме. Скрещивание карачаевских козоматок с козлами породы калахар повысило интенсивность прироста массы тела 3–7-месячных козликов на 3,7–8,6 %, переваримость органического вещества кормов на 5,36, протеина – 4,86 и клетчатки – 3,54 абсолютных процента. Суточные приросты массы тела козликов от 163 г в 1 группе повысились до 169 г во 2 группе и до 177 г в 3 группе. Разница по живой массе у 7-месячных козликов между 1, 2 и 3 группами составила 2,26 и 5,23 кг или 7,03 и 16,26 % в пользу животных 2 и 3 группы. Масса парной туши у 7-месячных животных 3 группы увеличилась на 4,26 кг или 34,1 %, масса мышц на 3,51 кг или 39,3 %, выход туши от 1 группы к третьей повысился с 40,3 % до 43,7 % и 45,9 %, отношение мясо + жир к костям на 0,72 единицы или 16,6 %. Убойный выход у козликов 1 группы с 41,0 % повысился до 47,0 %, или на 6 абсолютных процента в 3 группе. Затраты кормов на 1 кг прироста массы тела у 3–7- месячных козликов составили 7,47–7,51 кг сухого вещества, 7,66–7,75 ЭКЕ обменной энергии и 1114–1158 г сырого протеина. По комплексу изученных показателей продуктивности 3–7-месячных козликов наиболее продуктивными по использованию корма, динамике массы тела, убойным и мясным качествам были козлики 3 группы – 1/4-кровные по карачаевской породе и 3/4-кровные по калхарам. Использование козлов калахарской породы при скрещивании с козоматками карачаевской породы значительно повысило переваримость питательных веществ кормов рационов у помесных козликов, а также динамику массы тела, убойные и мясные качества животных.

Productivity of purebred karachai billy goat and their kalakhar crosses.

Dvalishvili V.G., Magomedov M.I.
L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry

Key words: crossbreeding, breed, karachayevskaya, kalahari, meat productivity, feed digestibility.

Abstract. Crossbreeding Karachay goats with Kalakhar bucks increased the body weight gain of 3–7-month-old kids by 3.7–8.6%, organic matter digestibility by 5.36%, protein by 4.86%, and fiber by 3.54% (absolute percentage). Daily weight gains in kids increased from 163 g in Group 1 to 169 g in Group 2 and to 177 g in Group 3. The difference in live weight in 7-month-old kids between Groups 1, 2, and 3 was 2.26 and 5.23 kg, or 7.03 and 16.26%, in favor of animals in Groups 2 and 3. The fresh carcass weight of 7-month-old animals in group 3 increased by 4.26 kg or 34.1%, muscle weight by 3.51 kg or 39.3%, carcass yield from group 1 to group 3 increased from 40.3% to 43.7% and 45.9%, the meat + fat to bone ratio by 0.72 units or 16.6%. The slaughter yield of the kids in group 1 increased from 41.0% to 47.0%, or by 6 absolute percent in group 3. Feed costs per 1 kg of body weight gain in 3–7-month-old kids amounted to 7.47–7.51 kg of dry matter, 7.66–7.75 EFU of metabolizable energy and 1114–1158 g of crude protein. Based on the studied performance indicators for 3–7-month-old male goats, the most productive in terms of feed utilization, body weight dynamics, slaughter quality, and meat quality were those in Group 3-those with 1/4-blooded Karachay and those with 3/4-blooded Kalkhar. Crossbreeding Kalkhar male goats with Karachay female goats significantly improved the digestibility of feed nutrients in the crossbred male goats, as well as body weight dynamics, slaughter quality, and meat quality.

Введение

За последние годы мясному козоводству уделяется пристальное внимание не только за рубежом, но и в нашей стране [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Программой развития овцеводства и козоводства намечен рост поголовья коз в Российской Федерации до 2,9 млн. голов, а производство козлятины до 20 с лишним тысяч тонн [7]. На первом месте в мире по производству козлятины стоит Китай – свыше 2,5 млн. тонн [2], а в Монголии, самое высокое потребление козлятины в мире и составляет около 49 кг на 1 человека в год [8]. Berdikul Qushim и др. сообщают, что предприятия мясного козоводства на юго-востоке США могут быть эффективными по масштабу, если размер их производства превышает 60 коз или 40 племенных коз [9]. О состоянии мясного козоводства в США сообщают Osti S., и др. [10]. В России основную часть козлятины производят в личных подсобных хозяйствах (85 %) [11].

Для совершенствования мясной продуктивности отечественных аборигенных пород коз необходимо использовать мировой генофонд выдающихся мясных пород коз, таких как бурская, калахар и других [12, 13, 14, 15, 16]. Такая работа начата сотрудниками ФГБНУ ФИЦ – ВИЖ им. Л.К. Эрнста на ферме "Племенной завод "Ладожский", Усть-Лабинского района, Краснодарского края, филиале ВИЖ. Наряду со скрещиванием и селекционной работой, совершенствованием условий кормления можно увеличить мясную продуктивность молодняка коз на 17–22 % [17, 18, 19].

Цель исследований – повысить использование питательных веществ кормов и мясную продуктивность молодняка коз карачаевской породы скрещиванием их матерей с козлами породы калахар.

Материалы и методы исследований

Научно-хозяйственный эксперимент проведен на базе "Племенной завод "Ладожский", Краснодарского края, являющегося структурным подразделением ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Экспериментальная площадка представляет собой специализированное хозяйство, осуществляющее разведение животных разных видов, в том числе коз карачаевской и калахарской пород. В рамках исследования планируется получить чистопородный и помесный молодняк 1 и 2 поколения от скрещивания аборигенных карачаевских козоматок с козлами калахарской породы. Проведены следующие комплексные исследования: сравнительное изучение динамики массы тела молодняка коз разной кровности при рождении, при отбивке в возрасте 3 месяцев и перед убоем в возрасте 7 месяцев. Были разработаны рационы кормления козликов для интенсивного окорма, и велся учет заданных кормов и их остатков. Проведен физиологический опыт на 6-месячных козликах для изучения переваримости питательных веществ рационов. Проведен биохимический анализ крови молодняка коз разной кровности (по 5 голов из группы). Кроме того, проведен контрольный убой и последующая обвалка туш 7-месячных карачаевских козликов разной кровности (чистопородные, 1/2- и 3/4-кровных по калахарам), химический состав и энергетическая ценность мяса. Изучены затраты корма на 1 кг прироста массы тела у чистопородного и помесного молодняка коз.

Объектом исследования были чистопородные и помесные карачаевские козоматки, а также их потомство до 7-месячного возраста.

После отбивки молодняка, в возрасте 3 месяцев было сформировано 3 группы козликов по 20 голов в каждой, для проведения опыта по откорму молодняка коз разной кровности. Схема проведения опыта показана в таблице 1.

Результаты исследований

Рационы кормления для откорма 3–7-месячных чистопородных и помесных козликов по фактически потребленным кормам приведены в таблице 2. Рационы кормления козликов были разработаны в соответствии с таблицей потребности откармливаемого молодняка коз, приведенной в книге Ensminger, M. E. [20].

Анализ данных таблицы 2 показал, что откармливаемые козлики 1–3 групп потребили одинаковое количество комбикорма (в среднем с 3 до 7 месяцев по 470 г на 1 голову в сутки). Потребление кормосмеси (сено + силос + комбикорм) несколько возрастало от 1 группы к 3-й.

В связи с этим, энергетическая питательность рационов также повышалась от 1 группы к 3-й, на 1,01–2,54 МДЖ или 6,4–12,4 %. Несколько возрастало содержание сырого и переваримого протеина во 2 и 3 группах. Другие показатели питательности рационов различались незначительно.

Показатели переваримости питательных веществ рационов у 6- месячных козликов приведены в таблице 3. Анализ полученных результатов показывает, что переваримость почти всех питательных веществ рационов (за исключением сырого жира) была наибольшей у козликов 3 группы. Животные 2 группы занимают промежуточное положение.

Максимальная переваримость сухого и органического вещества рационов была у козликов 3 группы (1/4-карачаевская + 3/4-калахар). Разница по сравнению с 1 группой составила соответственно 3,69 и 5,36 абсолютных процента. В обоих случаях разница достоверна при P≤0,01. По переваримости протеина и клетчатки разница между группами составила 3,83; 4,86 абсолютных процента (P≤0,01 и P≤0,001) и 2,05; 3,54 % (P≤0,05 и P≤0,01).

Изучение динамики массы тела козликов разного происхождения от рождения до 7-месячного возраста показало (таблица 4), что масса тела козликов при рождении между группами отличалась незначительно, а в возрасте 3 месяцев разница по этому показателю между 1, 2 и 3 группами составила 1,55 и 3,60 кг, разница достоверна в обоих случаях, при P≤0,001. В возрасте 7 месяцев разница по живой массе между группами составила 2,26 и 5,23 кг или 7,03 и 16,26 % в пользу козликов 2 и 3 группы, при высоко достоверной разнице. От рождения до 3 месячного возраста суточные приросты массы тела увеличивались от 1 группы к 3 на 15 и 35 г или 14,7 и 34,3 %, а с 3 до 7 месяцев, на 6 и 14 г или 3,4 и 8,6 %.

В возрасте 7 месяцев по методике ВИЖ [21] проведен контрольный убой козликов 1–3 группы по 3 головы, с последующей обвалкой тушек. Результаты убоя приведены в таблице 5.

Анализ данных таблицы 5 показывает, что лучшие показатели убоя и обвалки туш были у козликов 3 группы – F2 по калахару. Так, разница по предубойной массе у них по сравнению с 1 группой составила 5,5 кг или 17,7 %, по массе парной туши – 4,26 кг, по убойному выходу 6 абсолютных процента, по массе мышц – 3,51 кг или 39,3 %. Разница во

Таблица 2. Рационы кормления откармливаемых козликов с 3 до 7 месячного возраста (по фактически потребленным кормам), на 1 гол/сутки

Table 2. Billy goat ration according to feeds actually consumed from 3 to 7 months of age

Состав и питательность рациона	Ед. измер.	Группа		
		1	2	3
Кормосмесь (сено + силос + комбикорм)	кг	1,54	1,67	1,79
Комбикорм	г	470	470	470
В рационе содержится:				
сухое вещество	кг	1,41	1,50	1,66
обменной энергии	МДж	15,79	16,80	17,82
ЭКЕ	ед.	1,58	1,68	1,78
сырой протеин	г	199	209	220
переваримый протеин	г	143	158	169
липиды	г	41	44	48
клетчатка	г	251	267	278
БЭВ	г	633	649	657
кальций	г	11,46	12,71	13,64
фосфор	г	6,55	6,97	7,41
каротин	мг	31	34	39

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Experience scheme

Группа	Возраст козликов в начале опыта, мес.	Кол-во животных, гол.	Порода и породность козликов	Условия кормления
1	3	20	чистопородная карачаевская	По нормам ВИЖ для интенсивного выращивания и откорма молодняка мясных коз с 4 до 8 мес. возраста
2	3	20	½-карачаевская × ½-калахарская (F_1)	
3	3	20	¼-карачаевская × ¾- калахарская (F_2)	

всех случаях высоко достоверна, при P≤0,001. Козлики 2 группы полукровные по калахару по всем этим показателям занимают промежуточное положение между 1 и 3 группами. Отношение мясо + жир к костям с 4,34 единиц в 1 группе увеличилось до 4,70 во 2 и 5,06 в 3 группе или на 8,29 и 16,59 %.

Расчет затрат кормов (сухого вещества, обменной энергии и сырого протеина) на 1 кг прироста 3–7-месячных козликов показан в таблице 6.

Анализ показателей, приведенных в таблице 6 свидетельствует, что между группами больших различий по затратам сухого вещества и обменной энергии не обнаружено. Затраты сухого вещества на 1 кг прироста 3–7- месячных козликов составили 7,47–7,51 кг, ЭКЕ 7,66–7,75 единиц. Несколько снижаются затраты сырого протеина на 1 кг прироста у козликов 2 и 3 группы, на 2,5–3,8 %.

Заключение

Таким образом, по комплексу изученных показателей продуктивности 3–7-месячных козликов мы констатируем, что наиболее продуктивными по использованию корма, динамике массы тела, убойным и мясным качествам были козлики 3 группы – 1/4-кровности по карачаевской породе и 3/4- кровности по калхарам. Использование козлов калахарской породы при скрещивании с козоматками карачаевской породы значительно повысило переваримость питательных веществ рационов у помесных козликов, а также динамику массы тела, убойные и мясные качества животных. Козлики 2 группы по всем изученным показателям занимали промежуточное положение.

Литература

1. Состояние отечественной отрасли козоводства на современном этапе развития Riorpub.com. - 2024. URL: https://riorpub.com (дата обращения: 3.03.2025).
2. FAO. Livestock Primary Production Data Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. - 2020. URL: http://www.fao.org (date of reference: 3.03.2025).
3. Росстат. Сельское хозяйство России Москва: Росстат. - 2022. - 320 с.
4. Новопашина, С.И. Перспективы развития молочного и мясного козоводства в России / С.И. Новопашина, М.Ю. Санников. // Животноводство Юга России. - 2016. - № 2 (12). -С. 10-12.

Таблица 4. Динамика массы тела козликов разного происхождения от рождения до 7 месяцев, кг (n=20)
Table 4. Body weight dynamics of goat kids of different origins from birth to 7 months, kg

Группа	При рождении	3 мес.	7 мес.	Суточный прирост, г	
				0-3 мес.	3-7 мес.
1	3,36±0,020	12,58±0,10	32,16±0,14	102	163
2	3,60±0,030	14,13±0,11***	34,42±0,15***	117	169
3	3,79±0,045	16,18±0,14***	37,39±0,24***	137	177

***P≤0,001.

Таблица 5. Результаты контрольного убоя и обвалки туш 7-месячных козликов (n=3)
Table 5. Results of the carcass inspection and butchering of 7-month-old billy goat

Показатель	Группа		
	1	2	3
Съемная живая масса, кг	32,13±0,09	34,40±0,06	37,47±0,07
Предубойная живая масса, кг	31,0±0,10	33,5±0,07***	36,5±0,11***
Масса парной туши, кг	12,49±0,13	14,64±0,15***	16,75±0,17***
Выход туши, %	40,3±0,09	43,7±0,11	45,9±0,13
Масса внутреннего жира, кг	0,22±0,04	0,35±0,05	0,40±0,06
Убойная масса, кг	12,71±0,14	14,99±0,17	17,15±0,18
Убойный выход, %	41,0±0,10	44,7±0,13***	47,0±0,15***
Масса охлажденной туши, кг	12,07±0,14	14,35±0,12	16,38±0,16
Масса мяса (мышц), кг	8,94±0,12	10,76±0,14	12,45±0,15
Масса жира туши, кг	0,48±0,02	0,72±0,03	0,82±0,05
Масса почек + околопочечный жир, кг	0,24±0,01	0,29±0,02	0,33±0,03
Мясо + жир туши, кг	9,42±0,13	11,48±0,15	13,27±0,17
Масса костей, кг	2,17±0,12	2,44±0,15	2,62±0,18
Прочие ткани, кг	0,24	0,14	0,16
Отношение (мясо + жир)/кости	4,34±0,21	4,70±0,14	5,06±0,27

***P≤0,001.

Таблица 6. Затраты кормов на 1 кг прироста 3-7-месячных козликов разного происхождения
Table 6. Feed cost per 1 kg of gain for 3-7 month billy goat of different origins

Показатель	Группа		
Затрат всего с 3 до 7 месяцев:	1	2	3
сухое вещество, кг	146,4	152,4	158,4
ЭКЕ, ед.	150,0	155,1	159,3
сырой протеин, кг	22,68	23,16	23,64
Получено прироста массы тела за период, кг	19,58	20,29	21,21
Затраты на 1 кг прироста:			
сухое вещество, кг	7,48	7,51	7,47
ЭКЕ, ед.	7,66	7,75	7,69
сырой протеин, г	1158	1141	1114

Таблица 3. Переваримость питательных веществ рационов у 6 месячных козликов (n=3), %
Table 3. Ration Nutrient digestibility in 6-month-old billy goat

Группа	Вещество		Сырые			
	сухое	органическое	протеин	жир	клетчатка	БЭВ
1	69,60±0,32	70,11±0,41	71,94±0,39	65,11±0,71	54,77±0,51	73,61±0,67
2	72,41±0,43**	74,56±0,44***	75,77±0,26***	64,54±0,97	56,82±0,42**	75,13±0,71
3	73,29±0,49**	75,47±0,51	76,80±0,31	65,03±1,10	58,31±0,33	76,65±0,82

**P≤0,01; ***P≤0,001.

5. Genetic morphometry in Nigerian and South African Kalahari Red goat breeds / M.T. Sanni, M. Okpeku, G.O. Onasanya //Agricultura Tropica et Subtropica. - 2018. - Vol. 51, №. 2. - P. 51-61.
6. Об утверждении отраслевой целевой программы "Развитие овцеводства и козоводства в России на 2012-2014 годы и на плановый период до 2020 года" Docs.cntd.ru. // URL: http://docs.cntd.ru (дата обращения: 14.02.2025).
7. Холманов, А.М. Численность овец и производство баранины в мире / А.М. Холманов, С.А. Данкверт, О.Ю. Осадчая // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2015. - № 4. - С. 15-20.
8. Пищевая ценность мяса монгольских коз / Л. Лодой, О. Ганжууржав, Н. Дондогсурэн, П. Батаа // Все о мясе. - 2018. - № 1.- С. 46-49. // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-pischevoy-tsennosti-myasa-mongolskih-koz (дата обращения: 9.03.2025).
9. Qushim B. Meat goat enterprise efficiency analysis in the southeasterns United States / B. Qushim, J. Gillespie, K. McMillin // Journal of Agricultural and Applied Economics. - 2016. - Vol. 48, № 1. - P. 52-72.
10. Meat goat production in the United States: adoption of technologies, management practices, and production systems / S. Osti, J. Gillespie, N. Nyapane, K. Mcmillin // The North American Society of Farm Managers and Rural Appraisers. - 2016. - P. 45-62.
11. Тарханов, О.В. Личные подсобные хозяйства и экономика. / О.В. Тарханов // АВУ. - 2008. - № 8. - С. 45-49. // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/lichnye-podsobnye-hozyaystva-i-ekonomika (дата обращения: 12.03.2025).
12. Ерохин, А.И. Тенденции развития овцеводства в Российской Федерации / А.И. Ерохин, Е.А. Карасев, Ю.А. Юлдашбаев // Зоотехния. - 2014. - № 12. - С. 12-13.
13. Новопашина, С.И. Создание племенной базы и совершенствование технологий в молочном козоводстве / С.И. Новопашина: автореф. дисс…. док. с/х наук. - Ставрополь, 2013. - 46 с.
14. Рациональное использование генофонда ценных пород животных для сохранения биоразнообразия / М.Б. Улимбашев, В.В. Кулинцев, М.И. Селионова и др. // Юг России: экология, развитие. - 2018. - № 2. - С. 112-120.
15. Магомедов, М.И. Мясное козоводство России и ряда стран мира /М.И. Магомедов, В.Г. Двалишвили // Овцы, козы, шерстяное дело. - 2025. - № 2. -С. 16-18.
16. Technical and scale efficiencies of meat goat farms in the USA / B. Qushim, J. Gillespie, K. Paudel, K. Mcmillin //Applied Economics. - 2015. - Vol. 48, № 7. - P. 608-620.
17. Гиро, Т.М. Влияние микроэлементов на протеомный профиль мышечной ткани баранины /Т.М. Гиро, А.В. Куликовский, А.В. Гиро // Техника и технология пищевых производств. - 2023. - № 2. - С. 304-313.
18. Девяткин, В.А. Пищеварительные процессы в организме овец при включении в рацион сухой формы культуральной жидкости Asp. oryzae / В. А. Девяткин // Ветеринария и кормление. - 2024. - № 3. - С. 42-46.
19. Сафина, А.К. Теоретические и практические аспекты применения пробиотиков в козоводстве / А. К. Сафина, М. К. Гайнуллина // Ветеринария и кормление. - 2023. - № 1. - С. 50-53.
20. Ensminger, M. E. Feeds and Nutrition (short report) / M. E. Ensminger, J. E. Oldfield, W. W. Heinemann // Translated from English. Edited by G. A. Bogdanov. - USA. - California. - 1997. - 974 p.
21. Вениаминов, А. А. Изучение мясной продуктивности овец: Метод. рекомендации / ВАСХНИЛ, отделение животноводства, ВНИИ животноводства; Подгот. А.А. Вениаминовым, С.В. Буйловым, Р.С. Хамицаевым и др. - Москва, 1978. - 45 с.

References

1. Sostoyanie otechestvennoj otrasli kozovodstva na sovremennom e`tape razvitiya Riorpub.com. - 2024. URL: https://riorpub.com (data obrashheniya: 3.03.2025).
2. FAO. Livestock Primary Production Data Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. - 2020. URL: http://www.fao.org (date of reference: 3.03.2025).
3. Rosstat. Sel`skoe xozyajstvo Rossii Moskva: Rosstat. - 2022. - 320 s.
4. Novopashina, S.I., Sannikov M.Yu. Perspektivy` razvitiya molochnogo i myasnogo kozovodstva v Rossii / S.I. Novopashina, M.Yu. Sannikov. / / Zhivotnovodstvo Yuga Rossii. - 2016. - № 2 (12). -S. 10-12.
5. Meat goat production in the United States: Adoption of technologies, management practices, and production systems / S. Osti, J. Gillespie, N. Nyapane, K. Mcmillin // The North American Society of Farm Managers and Rural Appraisers. - 2016. - P. 45-62.
6. Ob utverzhdenii otraslevoj celevoj programmy` "Razvitie ovcevodstva i kozovodstva v Rossii na 2012-2014 gody` i na planovy`j period do 2020 goda" Docs.cntd.ru. // URL: http://docs.cntd.ru (data obrashheniya: 14.02.2025).
7. Xolmanov, A.M. Chislennost` ovecz i proizvodstvo baraniny` v mire / A.M. Xolmanov, S.A. Dankvert, O.Yu. Osadchaya //Ovcy, kozy`, sherstyanoe delo, 2015. № 4. S. 15-20.
8. Pishhevaya cennost` myasa mongol`skix koz / L. Lodoj, O. Ganzhuurzhav, N. Dondogs?re`n, P. Bataa // Vse o myase. - 2018. - № 1.- S. 46-49. // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-pischevoy-tsennosti-myasa-mongolskih-koz (data obrashheniya: 9.03.2025).
9. Qushim B. Meat goat enterprise efficiency analysis in the southeasterns United States / B. Qushim, J. Gillespie, K. McMillin // Journal of Agricultural and Applied Economics. - 2016. - Vol. 48, № 1. - P. 52-72.
10. Meat goat production in the United States: adoption of technologies, management practices, and production systems / S. Osti, J. Gillespie, N. Nyapane, K. Mcmillin //The North American Society of Farm Managers and Rural Appraisers. - 2016. Pp. 45-62.
11. Tarxanov, O.V. Lichny`e podsobny`e xozyajstva i e`konomika. / O.V. Tarxanov // AVU. - 2008. - № 8. - S. 45-49. // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/lichnye-podsobnye-hozyaystva-i-ekonomika (data obrashheniya: 12.03.2025).
12. Eroxin, A.I. Tendencii razvitiya ovcevodstva v Rossijskoj Federacii / A.I. Eroxin, E.A. Karasev, Yu.A. Yuldashbaev //Zootexniya. - 2014. - № 12. - S. 12-13.
13. Novopashina, S.I. Sozdanie plemennoj bazy` i sovershenstvovanie texnologij v molochnom kozovodstve / S.I. Novopashina: avtoref. diss…. dok. s/x nauk. - Stavropol`, 2013. - 46 s.
14. Racional`noe ispol`zovanie genofonda cenny`x porod zhivotny`x dlya soxraneniya bioraznoobraziya / M.B. Ulimbashev, V.V. Kulincev, M.I. Selionova i dr. // Yug Rossii: e`kologiya, razvitie. - 2018. - № 2. - S. 112-120.
15. Magomedov, M.I. Myasnoe kozovodstvo Rossii i ryada stran mira / M.I. Magomedov, V.G. Dvalishvili // Ovcy, kozy`, sherstyanoe delo. - 2025. - № 2. -S. 16-18.
16. Technical and scale efficiencies of meat goat farms in the USA / B. Qushim, J. Gillespie, K. Paudel, K. Mcmillin //Applied Economics. - 2015. - Vol. 48. - № 7. - P. 608-620.
17. Giro, T.M. Vliyanie mikroe`lementov na proteomny`j profil` my`shechnoj tkani baraniny` /T.M. Giro, A.V. Kulikovskij, A.V. Giro // Texnika i texnologiya pishhevy`x proizvodstv. - 2023. - № 2. - S. 304-313.
18. Devyatkin, V.A. Pishhevaritel`ny`e processy` v organizme ovecz pri vklyuchenii v racion suxoj formy` kul`tural`noj zhidkosti Asp. oryzae / V. A. Devyatkin // Veterinariya i kormlenie. - 2024. - № 3. - S. 42-46.
19. Safina, A.K. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty` primeneniya probiotikov v kozovodstve / A. K. Safina, M. K. Gajnullina // Veterinariya i kormlenie. - 2023. - № 1. - S. 50-53.
20. Ensminger, M. E. Feeds and Nutrition (short report) / M. E. Ensminger, J. E. Oldfield, W. W. Heinemann // Translated from English. Edited by G. A. Bogdanov. - USA. - California. - 1997. - 974 p.
21. Veniaminov, A. A. Izuchenie myasnoj produktivnosti ovecz: Metod. rekomendacii / VASXNIL, otdelenie zhivotnovodstva, VNII zhivotnovodstva; Podgot. A.A. Veniaminovy`m, S.V. Bujlovy`m, R.S. Xamiczaevy`m i dr. - Moskva, 1978. - 45 s.

Для цитирования /For citation

Двалишвили В.Г. Продуктивность чистопородных козликов карачаевской породы и их помесей по калахару / Двалишвили В.Г., Магомедов М.И. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.16–19.

Dvalishvili V.G. Productivity of purebred karachay billy goat and their kalakhar crosses / Dvalishvili V.G., Magomedov M.I. // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.16–19.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-4

УДК 636.5.033

Оценка влияния умбеллиферона и цинка на продуктивность и состояние организма цыплят-бройлеров

Дускаев Г.К., доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, gduskaev@mail.ru
Климова Т.А., кандидат биологических наук, научный сотрудник, klimovat91@mail.ru
Рахматуллин Ш.Г., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, shahm2005@rambler.ru
Дерябин Д.Г., доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, dgderyabin@yandex.ru
ФГБНУ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, умбеллиферон, цинк, продуктивность.

Резюме. На сегодняшний день проблема антибиотикорезистентности в животноводстве является актуальной. Среди альтернативных веществ, которые способны заменить антибиотики перспективными являются фитобиотики. Целью нашей работы являлась оценка синергетического действия микроэлементов и фитохимических веществ на продуктивность и состояние организма цыплят-бройлеров. Объектом исследования являлись 7-дневные цыплята-бройлеры кросса Росс 308, умбеллиферон и плексомин Zn. Схема эксперимента: контрольная группа – основной рацион (ОР), I опытная – ОР + умбеллиферон (2,0 мг/кг корма), II опытная – ОР + плексомин Zn (100 мг/кг корма), III опытная – ОР + умбеллиферон (2,0 мг/кг корма) + плексомин Zn (100 мг/кг корма). Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания. Результаты наших исследований позволили установить, что при использовании в питании цыплят-бройлеров умбеллиферона и плексомина Zn к концу исследования наблюдалось достоверное увеличение живой массы на 6,28 % по отношению к группе контроля. Расход корма на прирост 1 кг живой массы подопытной птицы был ниже во всех опытных группах на 0,06–5,18 %. При оценке антиоксидантного статуса крови цыплят-бройлеров следует отметить достоверное снижение уровня малонового диальдегида в группе с добавлением умбеллиферона и плексомина Zn на 11,94 % ($p \leq 0,05$) по отношению к группе контроля. На фоне этого наблюдалось достоверное повышение супероксиддисмутазы в других опытных группах в 1,9 раз ($p \leq 0,05$) и 2,83 раза ($p \leq 0,05$).

Evaluation of the effect of umbelliferon and zinc on the productivity and body condition of broiler chickens

Duskaev G.K., Klimova T.A., Rakhmatullin Sh.G., Deryabin D.G.
Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg

Key words: broiler chickens, umbelliferon, zinc, productivity.

Abstract. Antibiotic resistance is a pressing issue in animal husbandry today. Phytobiotics are promising alternatives that can replace antibiotics. The aim of our study was to evaluate the synergistic effects of trace elements and phytochemicals on the performance and well-being of broiler chickens. The subjects of the study were 7-day-old Ross 308 broiler chickens, umbelliferone, and Zn plexomine. Experimental design: control group – basic diet (BD), 1st experimental group – BD + umbelliferone (2.0 mg/kg feed), 2nd experimental group – BD + Zn plexomine (100 mg/kg feed), 3rd experimental group – BD + umbelliferone (2.0 mg/kg feed) + Zn plexomine (100 mg/kg feed). All birds were kept under identical conditions throughout the experiment. The results of our research allowed us to establish that when using umbelliferone and plexomin Zn in the diet of broiler chickens, a reliable increase in live weight by 6.28% was observed by the end of the study compared to the control group. Feed consumption per 1 kg of live weight gain of the experimental birds was lower in all experimental groups by 0.06–5.18%. When assessing the antioxidant status of the blood of broiler chickens, a reliable decrease in the level of malondialdehyde in the group with the addition of umbelliferone and plexomin Zn by 11.94% ($p \leq 0.05$) compared to the control group should be noted. Against this background, a reliable increase in superoxide dismutase was observed in other experimental groups by 1.9 times ($p \leq 0.05$) and 2.83 times ($p \leq 0.05$).

Введение

Устойчивость к антимикробным препаратам в настоящее время широко признана одной из важнейших проблем в мире [1]. Нерегулируемое использование антибиотиков привело к критической ситуации в сельском хозяйстве. Поэтому был введен запрет на использование антибиотиков в кормах для животных. В связи с этим необходим поиск потенциальных аналогов антибиотиков в животноводстве и птицеводстве [2, 3, 4].

В последнее время фитобиотики активно используются в рационах сельскохозяйственных животных в качестве альтернативы кормовым антибиотикам [5, 6]. К ним можно отнести кумарины, а именно умбеллиферон, который обладает широким спектром биологических свойств, включая противовирусные, противомикробные, противовоспалительные и другие биоактивности [7]. Однако не менее важно изучать возможные синергетические эффекты умбеллиферона и соединений Zn. Авторами установлено синергетическое действие цинка с растительными компонентами, пробиотиками (куркумин, наночастицы цинка и Bacillus licheniformis), что привело к улучшению продуктивности бройлеров, показателям тушки, качество мяса и некоторым показателям крови [8]. Также следует отметить, что добавление Zn в рацион цыплят-бройлеров стимулирует рост, усиливает антиоксидантную активность, модулирует иммунитет и улучшает показатели здоровья птицы [9].

Цель данного исследования являлась оценка синергетического действия микроэлементов и фитохимических ве-

ществ на продуктивность и состояние организма цыплят-бройлеров.

Материалы и методы

Эксперимент проводился на базе вивария и Центра коллективного пользования ФНЦ БСТ РАН (https://ckp-rf.ru/ckp/77384/) (Оренбург, Россия).

Объект исследования: цыплята-бройлеры кросса Росс 308, умбеллиферон, плексомин Zn.

Для эксперимента было отобрано 180 голов 7-дневных цыплят-бройлеров, которых методом аналогов разделили на 4 группы (n=45). Схема эксперимента: контрольная группа – основной рацион (ОР), I опытная – ОР + умбеллиферон (2,0 мг/кг корма), II опытная – ОР + плексомин Zn (100 мг/кг корма), III опытная – ОР + умбеллиферон (2,0 мг/кг корма) + плексомин Zn (100 мг/кг корма). Во время эксперимента вся птица находилась в одинаковых условиях содержания. Формирование общих рационов (ОР) для подопытной птицы в ходе исследований проводилось с учетом рекомендаций ВНИТИП [10]. Кормление опытной птицы проводилось 2 раза в сутки, учет поедаемости – ежесуточно. Декапитации птицы под нембуталовым эфиром производи-

Таблица 1. Динамика живой массы цыплят-бройлеров, г / Table 1. Dynamics of live weight of broiler chickens, g

Период, дни	Контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа	III опытная группа
7	188,00±4,1	188,00±5,2	188,00±3,0	188,29±3,6
14	553,43±9,0	561,71±13,1	542,00±24,3	538,57±28,8
21	1 081,14±27,6	1 092,00±31,2	1 066,43±38,1	1 099,00±36,8
28	1 772,29±48,9	1 786,86±59,2	1 837,33±33,3	1 817,33±76,1
35	2 491,43±48,2	2 532,00±74,9	2 593,67±66,5	2 529,67±105,9
42	3 240,00±83,9	3 289,71±77,0	3 430,40±51,4	3 443,60±56,0*

Примечание: * $p \leq 0,05$

Таблица 2. Поедаемость, расход и прирост при выращивании цыплят-бройлеров
Table 2. Edibility, consumption and growth in broiler chickens

Показатель	Контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа	III опытная группа
Среднесуточный прирост, г	88,62±2,2	87,20±2,4	92,64±1,5	93,01±3,9
Абсолютный прирост, г	3 052,00±83,9	3 101,71±77,0	3 242,40±51,4	3 255,31±136,0
Стартовый комбикорм, г	2 276,43±56,5	2 229,57±61,3	2 237,81±35,5	2 279,62±95,3
Ростовой комбикорм, г	2 632,86±65,4	2 597,86±71,4	2 630,60±41,7	2 629,33±109,9
Поедаемость, г	4 909,29±121,9	4 827,43±132,7	4 868,41±77,2	4 908,95±205,1
Расход корма на прирост 1 кг живой массы, кг	1,583	1,582	1,501	1,508
Сохранность, %	95,00	100,00	100,00	100,00
EPEF**	549,91±13,90	551,30±15,15	616,99±9,78*	616,78±25,77

Примечание: * $p \leq 0,05$; ** - Европейский индекс продуктивности

Таблица 3. Морфологические показатели крови цыплят-бройлеров
Table 3. Morphological blood parameters of broiler chickens

Показатель	Контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа	III опытная группа
Лейкоциты WBC, 10^9 кл/л	33,60±0,50	32,91±1,60	32,95±1,51	35,70±1,81
Нейтрофилы NEU, %	40,63±2,83	38,88±5,85	36,33±3,14	38,00±1,05
Лимфоциты LYM, %	48,93±3,32	52,95±6,20	52,38±4,34	52,15±1,53
Моноциты MON, %	1,50±0,62	1,45±0,51	1,53±0,60	1,50±0,21
Эозинофилы EOS, %	8,58±1,15	6,28±0,55	9,33±1,01	7,83±0,56
Базофилы BAS, %	0,38±0,05	0,45±0,06	0,45±0,17	0,53±0,09
Эритроциты RBC, 10^{12} кл/л	2,04±0,03	1,97±0,09	1,95±0,10	2,10±0,07
Гемоглобин HGB, г/л	115,00±2,04	109,75±3,09	111,75±5,07	118,00±4,80
Гематокрит HCT, %	24,35±0,51	23,13±0,97	23,40±1,21	24,53±1,04
Средний объем эритроцитов MCV, фл	119,75±2,41	117,80±1,41	119,95±1,42	116,80±0,90
Средний уровень гемоглобина в эритроците MCH, Пг	56,50±0,72	55,95±0,88	57,48±0,85	56,20±0,35
Средняя концентрация эритроцитов в гемоглобине MCHC, г/л	472,00±5,48	475,00±6,75	479,25±3,82	481,25±2,63
Относительная ширина распределения эритроцитов по объему (коэффициент вариации) RDW_CV, %	8,98±0,07	9,15±0,17	9,15±0,13	8,95±0,06
Относительная ширина распределения эритроцитов по объему (стандартное отклонение) RDW_SD, фл	43,55±0,90	43,88±0,88	44,25±0,80	42,18±0,54

Примечание: * $p \leq 0,05$

ли на 42-е сутки. Послеубойную анатомическую разделку тушек осуществляли по методике ВНИТИП [10].

Образцы крови для гематологических исследований отбирали в вакуумные пробирки с антикоагулянтом (EDTA-K3), для биохимических исследований – в вакуумные пробирки с активатором свертывания (тромбин). Биохимический анализ сыворотки крови проводили на автоматическом биохимическом анализаторе CS-T240 ("Dirui Industrial Co., Ltd", Китай).

Статистическую обработку проводили с помощью программы IBM "SPSS Statistics Version 20", рассчитывая среднюю величину (M), среднеквадратичное отклонение, ошибку стандартного отклонения (m). Уровень значимости считали достоверным при p ≤0,05.

Результаты и обсуждение

По результатам нашего исследования наблюдается увеличение живой массы в I опытной группе на 14 день эксперимента на 1,49 % в сравнении с группой контроля (табл. 1). На 21-е сутки исследования в I и III опытных группах было отмечено увеличение массы цыплят-бройлеров на 1,0 % и 1,65 % в отличие от контрольной группы. На 28-е сутки все три опытные группы показали увеличение живой массы на 0,82 %, 3,66 % и 2,54 %. К 35-му дню исследования аналогичным образом было зафиксировано увеличение живой массы во всех трех опытных группах на 1,62 %, 4,1 % и 1,53 %. К концу исследования достоверное увеличение живой массы цыплят-бройлеров было отмечено в III опытной группе на 6,28 % по отношению к группе контроля. На фоне этого в двух других опытных группах (I и II) также повышалась живая масса на 1,53 % и 5,87 %. Однако эти значения носили недостоверный характер.

При оценке потребления корма цыплятами-бройлерами в стартовый период было отмечено небольшое увеличение в III опытной группе на 0,14 %; в период роста – поедаемость во всех опытных группах была ниже контрольной группы (табл. 2). Расход корма на прирост 1 кг живой массы подопытной птицы был ниже во всех опытных группах на 0,06–5,18 %. Самым эффективным данный показатель оказался во II опытной группе в сравнении с контролем.

Увеличение среднесуточного прироста наблюдалось во II и III опытных группах на 4,53 % и 4,95 %. На фоне этого было зафиксировано увеличение абсолютного прироста во всех опытных группах на 1,62–6,66 %. Комбинированное действие плексомин Zn и умбеллиферона привело к увеличению живой массы цыплят-бройлеров, что подтверждается результатами авторов: комплексные фитобиотические кормовые добавки в сочетании с бутиратом кальция, цинк-метионином и эфирными маслами положительно сказались на приросте, выходе тушки, массе грудных мышц [11].

Также стоит отметить увеличение Европейского индекса продуктивности во всех опытных группах на 0,25 %, 12,19 % (p≤ 0,05) и 12,16 % в отличие от группы контроля.

Совместное введение в рацион умбеллиферона и плексомина Zn (III гр.) сопровождалось повышением лейкоцитов на 6,25 % по сравнению с контролем (табл. 3). Снижение количества лейкоцитов было отмечено в I и II опытных группах на 2,05 % и 1,93 %. Наблюдалось понижение нейтрофилов во всех опытных группах на 1,75 %, 4,3 % и 2,63 %. На фоне этого повышались лимфоциты также во всех опытных группах на 4,02 %, 3,45 % и 3,22 % в отличие от контрольной группы. Моноциты были ниже контрольных значений в I опытной группе на 0,05 %, однако во II опытной группе повышались на 0,03 %.

Повышение гемоглобина было зафиксировано в III опытной группе на 2,6 %, тогда как в двух других опытных группах отмечалось его понижение на 4,56 % и 2,82 % в сравнении с контролем. Гематокрит был ниже контроля в I и II опытных группах на 1,22 % и 0,95 %.

Анализируя биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров, следует отметить снижение глюкозы во всех опытных группах на 11,48 %, 10,86 % и 2,84 % по сравнению с контрольной группой (табл. 4). Также снижение общего белка в I и II опытных группах на 7,41 % и 9,2 %. Однако эти значения носят недостоверный характер. Повышение альбумина было замечено в III опытной группе на 1,41 %.

Уровень АЛТ (аланинаминотрансфераза) оказался выше в группе с применением умбеллиферона и плексомина Zn на 22,13 % в отличие от контроля. Уровень АСТ (аспартатами-

Таблица 4. Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров
Table 4. Biochemical parameters of blood serum of broiler chickens

Показатель	Контрольн. группа	I опытная группа	II опытная группа	III опытная группа
Глюкоза, ммоль/л	15,09±0,06	13,33±1,28	13,45±0,86	14,66±0,24
Общий белок г/л	40,18±1,56	37,20±3,81	36,48±2,54	40,23±1,25
Альбумин, г/л	11,98±0,51	10,85±1,45	10,33±0,99	12,15±0,34
АЛТ, Ед/л	3,93±0,50	3,78±0,61	3,50±0,12	4,80±0,69
АСТ, Ед/л	285,58±33,39	222,73±22,32	294,45±33,22	271,23±31,08
Билирубин общий, мкмоль/л	1,16±0,04	1,26±0,09	1,20±0,07	1,33±0,08
Холестерин общий, ммоль/л	3,58±0,13	3,00±0,33	3,13±0,32	3,43±0,20
Триглицериды, ммоль/л	0,17±0,02	0,22±0,03	0,22±0,02	0,24±0,04
Мочевина, ммоль/л	0,46±0,09	0,47±0,02	0,47±0,06	0,37±0,04
Креатинин, мкмоль/л	8,35±0,50	7,03±0,29	10,73±0,22*	12,43±0,45*
Мочевая кислота, мкмоль/л	122,25±10,59	124,45±11,89	156,83±32,99	125,73±10,05
Примечание: * p≤0,05				

Таблица 5. Антиоксидантные показатели крови цыплят-бройлеров
Table 5. Antioxidant indicators of blood of broiler chickens

Показатель	Контрольн. группа	I опытная группа	II опытная группа	III опытная группа
Малоновый диальдегид, мкМоль/л	0,67±0,22	0,86±0,13	0,65±0,11	0,59±0,06*
Супероксиддисмутаза, %	5,30±1,50	5,59±1,89	10,08±1,29*	15,03±1,30*
Каталаза, мкМоль H_2O_2 л/мин	70,95±15,67	84,58±10,64	84,30±11,83	87,50±12,03
Примечание: * p≤0,05				

нотрансфераза) был выше во II опытной группе на 3,1 %.

Во всех опытных группах выявлено увеличение билирубина по сравнению с контролем на 8,62 %, 3,44 % и 14,65 %.

На фоне этого наблюдалось снижение холестерина во всех опытных группах на 16,2 %, 12,56 % и 4,18 %, тогда, как уровень триглицеридов повышался во всех опытных группах на 29,41 %, 29,41 % и 41,17 %.

Мочевина незначительно повышалась в первых двух опытных группах, однако в III опытной группе снижалась на 19,56 % в сравнении с группой контроля. Достоверное повышение креатинина было отмечено во II и III опытных группах на 28,5 % ($p \leq 0,05$) и 48,86 % ($p \leq 0,05$). Показатель мочевой кислоты повышался во всех опытных группах на 1,79 %, 28,28 % и 2,84 % по отношению к контрольной группе. Повышение уровня креатинина в сыворотке крови в группе с совместным применением умбеллиферона и плексомин Zn, возможно, связано с тем, что умбеллиферон как производное кумарина способен ингибировать переносчики уратов [12], и, тем самым, оказывать терапевтическое действие на работу почек [13].

При оценке антиоксидантного статуса крови цыплят-бройлеров следует отметить достоверное снижение уровня малонового диальдегида в III опытной группе на 11,94 % ($p \leq 0,05$) по отношению к группе контроля (табл. 5). На фоне этого наблюдалось достоверное повышение супероксиддисмутазы во II и III опытных группах в 1,9 раз ($p \leq 0,05$) и 2,83 раза ($p \leq 0,05$). Каталаза повышалась во всех опытных группах на 19,21 %, 18,81 % и 23,32 % в отличие от контрольной группы. Внесение в рацион цыплят-бройлеров умбеллиферона приводит к повышению каталазы. Вероятное подтверждение этому факту можно найти в исследованиях, где умбеллиферон при моделировании миокардита способствовал увеличению каталазы в крови лабораторных животных [14].

Увеличение уровня супероксиддисмутазы и уменьшение малонового диальдегида в сыворотке крови цыплят-бройлеров в группе с совместным применением плексомина Zn и умбеллиферона согласуются с ранее выполненными исследованиями ученых, в частности, экстракт листьев артишока в сочетании с органическими наночастицами цинка положительно влияют на эффективность роста бройлеров, антиоксидантную способность и иммунологическую функциональность [15].

Выводы

Нами было установлено, что введение в рацион цыплят-бройлеров плексомина Zn и умбеллиферона, способствовало увеличению живой массы на 6,28 % по отношению к группе контроля. Расход корма на прирост 1 кг живой массы подопытной птицы был ниже во всех опытных группах на 0,06–5,18 %. При оценке антиоксидантного статуса крови цыплят-бройлеров установлено достоверное снижение уровня малонового диальдегида в группе с добавлением умбеллиферона и плексомина Zn на 11,94 % ($p \leq 0,05$) по отношению к группе контроля. На фоне этого наблюдалось достоверное повышение супероксиддисмутазы в других опытных группах в 1,9 раз ($p \leq 0,05$) и 2,83 раза ($p \leq 0,05$).

Однако необходимы дальнейшие исследования по изучению синергетического действия микроэлементов и фитохимических веществ на продуктивность и состояние организма цыплят-бройлеров.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-16-00036-П, https://rscf.ru/project/22-16-00036/".

Литература

1. Role of Different Growth Enhancers as Alternative to In-feed Antibiotics in Poultry Industry./ K. Rafiq, M.H. Tofazzal, R. Ahmed et al. //Front Vet Sci. - 2022. - Vol. 11, №8. - P. 794588. doi: 10.3389/fvets.2021.794588.
2. Alam, M.J. Use of probiotics instead of antibiotics in broiler production. / M.J. Alam, Z. Ferdaushi // Prog Agric. - 2018. - № 29. - P. 359-70. doi: 10.3329/pa.v29i4.41350.
3. Фитобиотики как альтернатива антибиотикам в животноводстве. / В.А. Рязанов, М.Я. Курилкина, Г.К. Дускаев, В.М. Габидулин // Животноводство и кормопроизводство. - 2021. - Т. 104, № 4. - С. 108-123. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-108.
4. Functional properties of antimicrobial peptides extracted from hens' platelets. / E. Sheyda, O. Sipaylova, O. Kvan et. al. // Life Science Journal. - 2014. - Vol. 11, № 9. - P. 180-184.
5. Use of antibiotics in broiler production: global impacts and alternatives. / Y. Mehdi, M.P. Letourneau-Montminy, M.L. Gaucher et al. // Anim Nutr. - 2018. - № 4. - P. 170-178. doi: 10.1016/j.aninu.2018.03.002.
6. Evaluation of the impact of plant extracts in different concentrations on the ecosystem of broilers' intestine. / E. Yausheva, D. Kosyan, G. Duskaev et al. // Biointerface Research in Applied Chemistry. - 2019. - Vol. 9, № 4. - P. 4168-4171. doi: 10.33263/BRIAC94.168171.
7. Deryabin D, Inchagova K, Rusakova E, Duskaev G. Coumarins anti-quorum sensing activity can be enhanced when combined with other plant-derived small molecules. / D. Deryabin, K. Inchagova, E. Rusakova, G. Duskaev // Molecules. - 2021. - № 26(1). - P. 208. doi: 10.3390/molecules26010208.
8. Impacts of Supplementing Broiler Diets with Biological Curcumin, Zinc Nanoparticles and Bacillus licheniformis on Growth, Carcass Traits, Blood Indices, Meat Quality and Cecal Microbial Load. / M.E. Abd El-Hack, B.A. Alaidaroos, R.M. Farsi et al. // Animals (Basel). - 2021. - Vol. 24. - № 11(7). - P. 1878. doi: 10.3390/ani11071878.
9. Ogbuewu, I.P. Potentials of Dietary Zinc Supplementation in Improving Growth Performance, Health Status, and Meat Quality of Broiler Chickens. / I.P. Ogbuewu, C.A. Mbajiorgu // Biol Trace Elem Res. - 2023 - № 201(3). - P. 1418-1431. doi: 10.1007/s12011-022-03223-5.
10. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы. / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова и др. - Москва: ВНИТИП, 2009. - 80 с.
11. The Role of Supplementing a Complex Phytobiotic Feed Additive Containing (Castanea sativa mill) Extract in Combination with Calcium Butyrate, Zinc-Methionine and Essential Oils on Growth Indicators, Blood Profile and Carcass Quality of Broiler Chickens. / N.P. Buryakov, A.Y. Zagarin, M.M. Fathala, D.E. Aleshin // Vet Sci. - 2023. - № 10(3). - C. 212. doi: 10.3390/vetsci10030212.
12. Improving productive performance and mitigating harmful emissions from laying hen excreta via feeding on graded levels of corn DDGS with or without Bacillus subtilis probiotic. / M.E. Abd El-Hack, S.A. Mahgoub, M. Alagawany, E.A. Ashour // J AnimPhysiolAnimNutr. - 2017. - № 101(5). - P. 904-913. doi: 10.1111/jpn.12522.
13. Effects of Osthol Isolated from Cnidiummonnieri Fruit on Urate Transporter 1./ Y. Tashiro, R. Sakai, T. Hirose-Sugiura et al. // Molecules. - 2018. - № 23(11). - P. 2837.
14. Inhibitory effects of selected antibiotics on the activities of α-amylase and α-glucosidase: In-vitro, in-vivo and theoretical studies. / B. Amiri, N.S. Hosseini, F. Taktaz et al. // Eur J Pharm Sci. - 2019. - № 138. p. 105040. doi: 10.1016/j.ejps.2019.105040.
15. The efficacy of Artichoke leaf extract conjugated with organic zinc nanoparticles on growth, carcass traits and blood biochemical parameters of broilers. / E.A. Ashour, A.K. Aldhalmi, M. Kamal et al. // Poult Sci. - 2025. - № 104(1). - P. 104521. doi: 10.1016/j.psj.2024.104521.

References:

3. Fitobiotiki kak al`ternativa antibiotikam v zhivotnovodstve. / V.A. Ryazanov, M.Ya. Kurilkina, G.K. Duskaev, V.M. Gabidulin // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo. - 2021. - T. 104, № 4. - S. 108-123. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-108.
10. Metodicheskie ukazaniya po optimizacii receptov kombikormov dlya sel`skoxozyajstvennoj pticy. / V.I. Fisinin, I.A. Egorov, T.N. Lenkova i dr. - Moskva: VNITIP, 2009. - 80 s.

Для цитирования / For citation

Оценка влияния умбеллиферона и цинка на продуктивность и состояние организма цыплят-бройлеров / Дускаев Г.К. и др. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.20–23.

Evaluation of the effect of umbelliferon and zinc on the productivity and body condition of broiler chickens / Duskaev G.K. et. al. // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.20–23.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-5

УДК 619:615.28:616.995

Переносимость лекарственного препарата МаксиДропс® при применении кошкам и собакам

[1]**Енгашев С.В.,** доктор ветеринарных наук, академик РАН, профессор, admin@vetmag.ru, ORCID:0000-0002-7230-0374
[1,2]**Енгашева Е.С.,** доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник, e.engasheva@mail.ru, ORCID:0000-0002-4808-8799
[2]**Новиков Д.Д.,** кандидат ветеринарных наук, соискатель, nauka2@vetmag.ru, ORCID:0009-0002-5299-7933

[1]ФГБОУ ВО "Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина", г. Москва
[2]ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, г. Москва

Ключевые слова: МаксиДропс®, переносимость, фипронил, празиквантел, моксидектин, дифлубензурон, кошки, собаки

Резюме. Проведено исследование по переносимости лекарственного препарата МаксиДропс® (организация-разработчик ООО "НВЦ Агроветзащита", Россия) на целевых видах животных – собаках и кошках для подтверждения безопасности его применения. Препарат является многокомпонентным и выпускается в виде капель на холку (раствор для наружного применения) в двух модификациях – для собак и для кошек. "Для собак" содержит в качестве действующих веществ в 1 мл: фипронил – 100 мг, празиквантел – 85 мг, моксидектин – 25 мг, дифлубензурон – 1 мг. "Для кошек" в качестве действующих веществ в 1 мл содержится: фипронила – 80 мг, празиквантела – 68 мг, моксидектина – 8 мг и дифлубензурона – 1 мг. Исследования проводились на базе центра содержания животных филиал ООО "СВС-Н" (г. Сергиев Посад). Было сформировано 6 опытных групп: 3 группы собак (всего 18 животных) и 3 группы кошек (всего 15 животных), которым применили испытуемый препарат индивидуально, путем точечного капельного нанесения на сухую неповрежденную кожу в режиме однократного и многократного применении в повышенных дозах. Все животные подвергались комплексному клиническому и лабораторному обследованию. Было установлено, что однократное нанесение в пятикратной терапевтической дозе и трехкратное нанесение в трехкратной терапевтической дозе не вызывало статистически значимых изменений в клиническом статусе животных, показателях температуры тела, морфологическом и биохимическом профиле крови, а также не приводило к местно-раздражающим реакциям в области аппликации.Полученные данные позволяют сделать вывод о безопасности препарата МаксиДропс® для собак и кошек при применении в рекомендуемой терапевтической дозе.

Cat and dog tolerance of the drug MaxiDrops®

[1]**Engashev S.V.,** [1,2]**Engasheva E.S.,** [2]**Novikov D.D.**
[1]FGBOU VO "Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin", Moscow, Russia
[2]All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – branch of FGBNU FSC VEEV RAS, Moscow, Russia

Key words: MaxiDrops®, tolerance, fipronil, praziquantel, moxidectin, diflubenzuron, cats, dogs

Abstract. We conducted a study on the tolerability of the medicinal product MaxiDrops® (the development organization of AVZ Ltd, Russia) in target animals – dogs and cats to confirm the safety of its use. The drug is multicomponent and is produced in the form of drops on a withers (solution for outdoor use) in two modifications – for dogs and cats. "For dogs" contains as active substances in 1 ml: fipronil – 100 mg, praziquantel – 85 mg, moxidektin – 25 mg, diflubenzuron – 1 mg. "For cats" contains as active substances in 1 ml: fipronii – 80 mg, praziquantal – 68 mg, moxidectine – 8 mg and diflubenzuron – 1 mg. The research was carried out on the basis of the animal holding center of LLC "SVS-N" (Sergiev Posad). Six experimental groups were formed: 3 dog groups (total of 18 animals) and 3 cat groups (total of 15 animals), to which the test drug was applied individually by means of a point-drip application on dry intact skin in a single and repeated application at elevated doses. All animals were subjected to comprehensive clinical and laboratory tests. It was found that single application in a five-fold therapeutic dose and triple application in a three-fold therapeutic dose did not cause statistically significant changes in the clinical status of animals, body temperature, morphological and biochemical blood profile, and also did not lead to locally irritating reactions in the application area. Based on the data obtained, it is possible to conclude that the product is safe for dogs and cats at the recommended therapeutic dose.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АлАТ – аланинаминотрансфераза
АсАТ – аспартатаминотрансфераза
ГГТ – гамма–глутамилтрансфераза
МСН – среднее содержание гемоглобина в эритроците
МСНС – средняя концентрация гемоглобина в эритроците
MCV – средний объем эритроцита

Введение

Широкое распространение паразитозов у домашних животных и риск развития резистентности обуславливают необходимость создания новых комплексных препаратов. Сочетание веществ с разным механизмом действия позволяет расширить спектр и повысить эффективность. В связи с этим оценка безопасности таких лекарственных средств, особенно в условиях возможной передозировки, является обязательным этапом доклинических исследований [2].

Отечественный препарат МаксиДропс®, разработанный ООО "НВЦ Агроветзащита" (Россия), является многокомпонентным и выпускается в виде капель на холку (раствор для наружного применения) в двух модификациях – для собак и для кошек. "Для собак" содержит в качестве действующих веществ в 1 мл: фипронил – 100 мг, празиквантел – 85 мг, моксидектин – 25 мг, дифлубензурон – 1 мг. "Для кошек" в качестве действующих веществ в 1 мл содержится: фипронил – 80 мг, празиквантел – 68 мг, моксидектин – 8 мг и дифлубензурон – 1 мг. [3].

Фипронил – инсектоакарицид группы фенилпирозолов, активен в отношении всех фаз развития вшей, блох, власоедов и клещей (иксодовые, саркоптоидные) [5].

Моксидектин – макроциклический лактон, активен в отношении насекомых, клещей, личинок и имаго нематод желудочно-кишечного тракта и личиночных фаз развития дирофилярий. Основной мишенью моксидектина являются глутамат-чувствительные хлорные каналы, а также рецепторы гамма-аминомасляной кислоты [6].

Празиквантел является ацилированным производным пиразиноизохинолина. Повышая проницаемость клеточных мембран цестод для ионов кальция (Ca2+), вызывает деполяризацию мембран, сокращение мускулатуры и разрушение тегумента, что приводит к гибели паразита и способствует его выведению из организма животного [7; 8].

Дифлубензурон – соединение группы ингибиторов хитина, нарушает гормональные процессы, обеспечивающие синтез хитина в организме личинок членистоногих [9].

Цель исследования: оценка безопасности лекарственного препарата МаксиДропс® для собак и кошек при применении в режимах однократного и многократного введения в дозах, превышающих терапевтическую.

Материалы и методы

Исследования выполнялись в соответствии с нормативными требованиями и согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 6 марта 2018 г. № 101 "Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения" [1, 4].

Исследования проводились на базе Центра содержания животных филиала ООО "СВС-Н" (г. Сергиев Посад).

Исследование проведено как экспериментальное с рандомизированным формированием параллельных групп с участием клинически здоровых беспородных собак (n=18, возраст 2–3 года, масса 12,1–33,0 кг) и кошек (n=15, возраст 1–2 года, масса 2,15–4,5 кг). Критерии включения: отсутствие антипаразитарной обработки за 30 дней до исследования, подтвержденное клиническое здоровье.

Животные содержались в стандартных условиях вивария с контролируемыми параметрами среды. Препарат применяли наружно индивидуально, путем точечного капельного нанесения на сухую неповрежденную кожу согласно схемам (таблица 1).

За основу для расчета экспериментальных доз была взята минимальная терапевтическая доза препарата, составляющая 0,1 мл/кг для собак и 0,125 мл/кг для кошек. Данный объем обеспечивает поступление следующих количеств действующих веществ:

для собак: фипронил – 10 мг/кг, моксидектин – 2.5 мг/кг, празиквантел – 8.5 мг/кг, дифлубензурон – 0.1 мг/кг.

для кошек: фипронил – 10 мг/кг, моксидектин – 1.0 мг/кг, празиквантел – 8.5 мг/кг, дифлубензурон – 0.1 мг/кг.

На основании терапевтической дозы были установлены схемы применения в повышенных дозировках, представленные в таблице 1.

Ежедневно в течение всего исследования регистрировали общее состояние, поведение, потребление корма и воды, а также осматривали место нанесения препарата. Температуру тела измеряли ректальным способом при помощи электронного ветеринарного термометра "Cpet" (Китай). Пробу крови для гематологического и биохимического анализов отбирали из подкожной вены предплечья до введения препарата (день 0), а также через 48 и 216 часов после окончания курса применения для групп 2, 3, 5, 6 и через 96 и 264 часа для групп 1 и 4, получавших однократную повышенную дозу. Полученный материал отправляли в независимую ветеринарную лабораторию "Vet Union" (г. Москва). Отобранные пробы до исследования хранили в холодильнике при температуре 3–4°С. Взвешивание животных проводили перед нанесением препарата и в день последнего отбора крови на электронных весах "СКЕЙЛ СКЕ-300-4560 RS" (Россия).

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы "Microsoft Excel 2010". Для оценки динамики показателей внутри групп применяли парный

Таблица 1. Дизайн исследования / Table 1. Study design

Группа	Вид животного	Кол-во животных в группе	Препарат (вариант опыта)	Дозы, количество	Минимальный объем для нанесения, мл/животное	Режим введения
1	Собака	6	испытуемый препарат	Пятикратная терапевтическая доза	0,5 мл/кг	Накожно, однократно
2	Собака	6	испытуемый препарат	Терапевтическая доза	0,1 мл/кг -	Накожно ежедневно в течение 3 дней
3	Собака	6	испытуемый препарат	Трехкратная терапевтическая доза	0,3 мл/кг	Накожно, ежедневно в течение 3 дней
4	Кошка	5	испытуемый препарат	Пятикратная терапевтическая доза	0,625 мл/кг	Накожно, однократно
5	Кошка	5	испытуемый препарат	Терапевтическая доза	0,125 мл/кг	Накожно ежедневно в течение 3 дней
6	Кошка	5	испытуемый препарат	Трехкратная терапевтическая доза	0,375 мл/кг	Накожно ежедневно в течение 3 дней

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови собак (n=18, P≤0,05) / Table 2. Biochemical parameters of dog blood serum (n=18, P≤ 0,05)

Показатели	День эксперимента								
	0 (до введения)			Через 48 часов (2 суток) после окончания многократного нанесения препарата группам №2 и №3, а также через 96 часов (4 суток) после окончания однократного нанесения препарата в пятикратной дозе группе №1.			Через 216 часов (9 суток) после окончания многократного нанесения препарата группам №2 и №3, а также через 264 часа (11 суток) после окончания однократного нанесения препарата в пятикратной дозе группе №1.		
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 1	Группа 2	Группа 3
АлАТ, ед/л	45,33±22,38	33,67±8,07	41,50±13,47	35,67±4,50	33,83±6,24	38,67±10,91	45,33±19,36	40,33±18,66	39,00±7,90
АсАТ, ед/л	29,50±12,86	26,17±7,31	29,67±8,71	22,83±4,06	27,33±6,15	26,83±2,32	23,67±7,45	30,50±6,22	27,00±2,61
Альбумин / глобулин, соотношение	0,95±0,08	1,02±0,17	1,02±0,10	0,95±0,08	1,08±0,12	1,00±0,06	0,97±0,08	1,10±0,06	1,00±0,09
Альбумин, г/л	32,17±2,64	34,33±1,37	32,67±1,75	31,67±1,89	33,33±1,86	30,33±1,37	32,00±2,61	33,50±1,05	31,33±1,37
Билирубин общий, мкмоль/л	1,75±0,08	1,75±0,12	1,70±0,00	1,70±0,00	1,72±0,04	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00
Гамма-ГТ, ед/л	6,67±4,23	4,33±0,52	5,0±1,26	6,83±2,91	4,50±0,55	6,17±3,54	6,33±1,63	4,67±0,52	6,50±4,32
Глюкоза, ммоль/л	4,82±1,04	5,31±0,60	5,80±0,55	5,14±0,79	5,49±0,72	5,38±0,32	5,38±0,39	5,60±0,47	4,99±0,79
Креатинин, мкмоль/л	82,33±12,04	78,50±9,83	96,17±8,52	86,67±12,67	76,17±9,00	95,83±7,70	83,17±11,20	75,00±7,54	94,67±9,22
Мочевина, ммоль/л	5,97±1,21	5,58±0,48	6,48±0,25	5,80±0,45	5,35±1,14	5,67±0,80	4,83±0,30	5,13±1,15	4,78±0,47
Общий белок, г/л	65,83±4,88	68,83±6,18	65,17±4,07	65,00±3,83	64,33±3,08	60,50±2,81	65,83±5,85	64,17±1,72	62,50±3,33
Фосфатаза щелочная, ед/л	59,17±10,83	46,33±15,06	57,17±21,31	61,50±19,09	54,50±20,47	62,50±21,51	65,33±10,52	53,67±18,06	64,83±20,75

Таблица 3. Биохимические показатели сыворотки крови кошек (n=15, P≤0,05) / Table 3. Biochemical indicators of cat blood serum (n=18, P≤0,05)

Показатели	День эксперимента								
	0 (до введения)			Через 48 часов (2 суток) после окончания многократного нанесения препарата группам №5 и №6, а также через 96 часов (4 суток) после окончания однократного нанесения препарата в пятикратной дозе группе №4.			Через 216 часов (9 суток) после окончания многократного нанесения препарата группам №5 и №6, а также через 264 часа (11 суток) после окончания однократного нанесения препарата в пятикратной дозе группе №4.		
	Группа 4	Группа 5	Группа 6	Группа 4	Группа 5	Группа 6	Группа 4	Группа 5	Группа 6
АлАТ, ед/л	61,80±24,58	52,00±17,86	52,00±17,22	62,40±23,51	54,60±20,70	51,60±22,12	66,40±19,78	54,40±11,55	60,09±16,55
АсАТ, ед/л	19,00±5,39	18,80±5,81	21,40±6,35	25,60±7,23	23,60±10,57	20,00±7,68	25,20±6,38	18,20±5,93	21,68±3,97
Альбумин/глобулин, соотношение	0,38±0,04	0,38±0,08	0,32±0,04	0,38±0,04	0,38±0,08	0,36±0,09	0,38±0,04	0,40±0,07	0,35±0,08
Альбумин, г/л	23,20±1,64	23,00±2,55	21,80±1,48	21,20±1,79	21,20±1,48	21,20±1,92	22,40±1,34	22,40±1,14	20,12±2,28
Билирубин общий, мкмоль/л	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00	1,70±0,00	1,52±0,00
Гамма-ГТ, ед/л	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00	4,00±0,00	3,58±0,00
Глюкоза, ммоль/л	4,39±0,77	4,75±0,96	4,74±0,41	4,81±1,13	5,32±0,95	4,62±0,30	4,23±1,44	4,40±0,44	4,23±0,94
Креатинин, мкмоль/л	147,80±40,08	116,60±10,20	119,20±27,30	159,80±54,37	118,80±17,66	129,80±19,97	144,80±47,57	106,60±8,65	140,43±18,65
Мочевина, ммоль/л	8,40±1,25	7,70±1,39	7,04±1,09	8,86±2,15	10,98±7,40	7,24±0,94	7,92±1,80	8,66±2,82	8,29±0,92
Общий белок, г/л	84,80±7,09	81,20±6,34	84,60±3,44	79,60±7,37	75,60±10,45	64,78±31,87	85,60±5,37	79,20±9,76	74,47±5,07
Фосфатаза щелочная, ед/л	38,80±10,99	38,00±13,32	40,00±11,38	39,20±8,87	37,60±16,27	44,60±11,35	40,80±10,64	36,40±18,08	38,00±13,77

t-критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

На протяжении всего периода исследования у всех животных, получавших препарат МаксиДропс® в различных дозах и режимах, не было зарегистрировано клинически значимых нежелательных явлений. Состояние и поведение всех собак и кошек оставалось в норме, сохранялись аппетит, жажда и двигательная активность. При осмотре мест нанесения препарата признаки местно-раздражающего действия (эритема, отек, зуд) отсутствовали. Шерстный покров и видимые слизистые оболочки без видимых патологических изменений.

Температура тела у животных всех экспериментальных групп на протяжении всего исследования находилась в пределах физиологической нормы для соответствующего вида. При сравнении показателей температуры внутри каждой группы до и после применения препарата статистически значимых различий выявлено не было.

Однократное и многократное нанесение препарата МаксиДропс® в повышенных дозах не вызвало статистически значимых изменений в гематологических показателях у собак и кошек.

У животных всех экспериментальных групп значения гематокрита, концентрации гемоглобина, количества эритроцитов и тромбоцитов, а также эритроцитарные индексы (MCV, MCH, MCHC) оставались в пределах референсных значений для вида на всех этапах исследования.

Сравнение показателей внутри каждой группы до и после применения препарата не выявило статистически значимых различий ($p < 0.05$).

Лейкограмма всех животных также соответствовала физиологической норме. Не было зарегистрировано существенных сдвигов в относительном и абсолютном содержании нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов, эозинофилов и базофилов.

Анализ биохимического профиля сыворотки крови показал отсутствие статистически значимых отклонений, свидетельствующих о токсическом воздействии на органы-мишени.

Активность ферментов (АлАТ, АсАТ, ГГТ, щелочная фосфатаза), а также концентрация общего белка, альбумина, глюкозы, мочевины и креатинина у собак и кошек всех групп находились в пределах физиологической нормы до и после применения препарата МаксиДропс® (таблицы 2, 3). Не было выявлено достоверных различий при внутригрупповом сравнении показателей в разные сроки наблюдения.

Заключение

Проведенные исследования позволяют заключить, что однократное применение препарата в пятикратной терапевтической дозе, а также трехкратное накожное применение в трехкратной терапевтической дозе не оказывает отрицательного влияния на общее состояние и поведение, состояние кожи в месте нанесения, не изменяет температуру тела, морфологический состав и биохимические показатели крови собак и кошек. На протяжении всего исследования контролируемые показатели оставались в пределах физиологической нормы.

Кожный зуд, кожные сыпи и нарушения целостности кожи в месте нанесения препарата отсутствуют, шерстный покров равномерный, гладкий, блестящий, слизистые розовые.

На основании результатов проведенных исследований можно сделать вывод о безопасности лекарственного препарата МаксиДропс® для целевых животных (собаки, кошки) при нанесение его на кожу в терапевтической дозе.

Литература

1. Об обращении лекарственных средств : федеральный закон от 12.04.2010 г. № 61-ФЗ (ред. от 28.12.2017). // URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99350/ (дата обращения: 15.05.2024).
2. Енгашев, С.В. Исследование переносимости препарата Барс® капли инсектоакарицидные для кошек / С.В. Енгашев, Д.Д. Новиков, А.В. Мироненко // Российский ветеринарный журнал. - 2023. - № 1. - С. 24-28.
3. Инсектоакарицидная эффективность лекарственного препарата МаксиДропс® для кошек / С.В. Енгашев, Е.С. Енгашева, А.А. Волков и др. // Ветеринария и кормление. - 2025. - № 2. - С. 24-28. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-2-5.
4. European Medicines Agency. Guideline on good clinical practices (CVMP/VICH/595/98-FINAL). // URL: https://www.ema.europa.eu/en/vich-gl9-good-clinical-practices-scientific-guideline (дата обращения: 15.05.2024).
5. Bushey, D.F. Fipronil mode of action research summary : unpublished memo prepared by Rhone-Poulenc Agrochimie Co., Research Triangle Park Biochemistry Group / D.F. Bushey. // Submitted to WHO by Rhone-Poulenc, Inc., Research Triangle Park, NC, USA. // URL: https://fluoridealert.org/wp-content/pesticides/fipronil.abstracts.htm (дата обращения: 15.05.2024).
6. Cobb, R. Moxidectin: a review of chemistry, pharmacokinetics and use in horses / R. Cobb, A. Boeckh // Parasites & Vectors. - 2009. - Vol. 2, Suppl. 2. - P. S5. // URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19778466/ (дата обращения: 15.05.2024).
7. Kovac J. In vitro and in vivo activity of R- and S- praziquantel enantiomers and the main human metabolite trans-4-hydroxy-praziquantel against Schistosoma haematobium / J. Kovac, M. Vargas, J. Keiser // Parasites & Vectors. - 2017. - Vol. 10. - Art. 365. // URL: https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-017-2309-z (дата обращения: 15.05.2024).
8. Olliaro P. The little we know about the pharmacokinetics and pharmacodynamics of praziquantel (racemate and R-enantiomer) / P. Olliaro, P. Delgado-Romero, J. Keiser // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. - 2014. - Vol. 69, Issue 4. - P. 863-870. // URL: https://academic.oup.com/jac/article/69/4/863/757012 (дата обращения: 15.05.2024).
9. Woodward K. N. Veterinary pesticides // Mammalian toxicology of insecticides / ed. by K. N. Woodward. - Cambridge : Royal Society of Chemistry, 2012. - Ch. 12. - P. 348-381.

References

1. Ob obrashhenii lekarstvenny`x sredstv : federal`ny`j zakon ot 12.04.2010 g. № 61-FZ (red. ot 28.12.2017). // URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99350/ (data obrashheniya: 15.05.2024).
2. Engashev, S.V. Issledovanie perenosimosti preparata Bars® kapli insektoakaricidny`e dlya koshek / S.V. Engashev, D.D. Novikov, A.V. Mironenko // Rossijskij veterinarny`j zhurnal. - 2023. - № 1. - S. 24-28.
3. Insektoakaricidnaya e`ffektivnost` lekarstvennogo preparata MaksiDrops® dlya koshek / S.V. Engashev, E.S. Engasheva, A.A. Volkov i dr. // Veterinariya i kormlenie. - 2025. - № 2. - S. 24-28. DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-2-5.

Для цитирования / For citation

Енгашев С.В., Енгашева Е.С., Новиков Д.Д. Переносимость лекарственного препарата МаксиДропс® при применении кошкам и собакам / С.В. Енгашев, Е.С. Енгашева, Д.Д. Новиков // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.24–27.

Engashev S.V., Engasheva E.S., Novikov D.D. Cat and dog tolerance of the drug MaxiDrops® / S.V. Engashev, E.S. Engasheva, D.D. Novikov // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.24–27.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-6

УДК 614.95

Структура пораженности микотоксинами заготовленных кормов для крупного рогатого скота в Вологодской области

[1]**Ерегина С.В.,** кандидат географических наук, старший научный сотрудник, ereginasv@mail.ru
[1,2]**Платонов А.В.,** кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, platonov70@yandex.ru
[1]**Рассохина И.И.,** научный сотрудник, rasskhinairina@mail.ru
[1]ФГБУН "Вологодский научный центр Российской академии наук", г. Вологда
[2]ФКОУ ВО "Вологодский институт права и экономики" ФСИН России, г. Вологда

Ключевые слова: корма, микотоксины, афлатоксин, дезоксиниваленол, зеараленон, охратоксин-А, Т-2 токсин.

Резюме. Мониторинг загрязнения микотоксинами заключается в обнаружении и количественной оценке токсичных метаболитов, синтезируемых плесневыми грибами. В работе проведено исследование кормов для КРС заготовки 2023–2025 годов. Основная задача – оценка степени контаминации микотоксинами различных видов кормов. Всего исследовано 470 образцов корма (из них 267 образцов на одновременное содержание не менее 4 микотоксинов) из различных хозяйств Вологодской области. Анализ содержания микотоксинов (сумма афлатоксинов, охратоксин-А, зеараленон, дезоксидиваленол, Т-2 токсин) в кормах проводился с использованием иммуноферментного метода и сертифицированных тест-систем. Результаты исследований выявили присутствие микотоксинов в той или иной концентрации в подавляющем большинстве образцов кормов. Основными контаминантами, содержание которых превышает установленные ПДК, являются афлатоксины и охратоксин-А. Этими микотоксинами в большей степени поражаются влажные корма: силос и сенаж, зеараленон и Т-2 токсин чаще обнаруживаются в сене. Афлатоксины были выявлены в 72 % образцов, наличие зеараленона было выявлено в 99 %, в том числе с превышением ПДК – в 83 %. Охратоксин-А был обнаружен в 79 % проб, содержание дезоксиниваленола определено в 41 % проб, содержание Т2-токсина зафиксировано в 64 % случаев. Результаты анализа на одновременное содержание микотоксинов показали, что 95 % образцов имели сразу более 2 микотоксинов, 83 % – более 3 токсинов, при этом в 62 % проб наблюдалось превышение ПДК (как минимум по двум из токсинов), а у 35 % проб наблюдалось превышение ПДК одновременно по трем токсинам. В 4,5 % случаев отмечено превышение пределов обнаружения одновременно по двум и более токсинам. Только 1,5 % образцов корма оказались без содержания токсинов. Результаты настоящего исследования актуальны для специалистов сельскохозяйственных предприятий региона при планировании и проведении мероприятий направленных на заготовку высококачественных кормов и профилактику микотоксикозов у крупного рогатого скота.

Structure of Mycotoxin Contamination in Cattle Forages Harvested in the Vologda Region

[1]**Eregina S.V.,** [1,2]**Platonov A.V.,** [1]**Rassokhina I.I.**
[1]Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences, Vologda
[2]Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penal Service of Russia, Vologda

Key words: forages, mycotoxins, aflatoxin, deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 toxin.

Abstract. Monitoring mycotoxin contamination includes the detection and quantification of toxic substances produced by molds. In this study, cattle forages harvested from 2023–2025 were examined. The main objective was to assess the level of mycotoxin contamination in various types of forages. A total of 470 forage samples were analyzed (of which 267 samples were tested for the simultaneous presence of at least 4 mycotoxins) from various farms in the Vologda Region. The content of mycotoxins (sum of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, deoxynivalenol, T-2 toxin) in the forages was analyzed using the enzyme-linked immunosorbent assay method with standard test kits. The research showed that the majority of forages contained mycotoxins in varying amounts. The main contaminants exceeding the established Maximum Allowable Concentrations (MACs) were aflatoxins and ochratoxin A. These mycotoxins predominantly affected moist forages such as silage and haylage, while zearalenone and T-2 toxin were more frequently detected in hay. Aflatoxins were detected in 72 % of samples, and zearalenone was present in 99 %, with 83 % of these exceeding the MAC. Ochratoxin A was detected in 79 % of samples, deoxynivalenol in 41 %, and T-2 toxin in 64 %. The analysis for the co-occurrence of mycotoxins showed that 95 % of samples contained more than 2 mycotoxins, and 83 % contained more than 3 toxins. Furthermore, 62 % of the samples exceeded the MAC for at least two toxins, and 35 % exceeded the MAC for three toxins simultaneously. In 4.5 % of cases, levels exceeded the limits of detection for two or more toxins at once. Only 1.5 % of the forage samples were found to be free of any toxins. The results of this study should be taken into account by specialists at agricultural enterprises in the region when planning and implementing measures aimed at harvesting high-quality forages and preventing mycotoxicosis in cattle.

Введение

Одним из ключевых ограничений в развитии российского скотоводства выступает недостаточная кормовая база, которая во многих хозяйствах не обеспечивает раскрытие генетического потенциала продуктивности животных. В большинстве хозяйств региона заготавливаемые корма из многолетних трав характеризуются пониженным содержанием обменной энергии, низкой переваримостью клетчатки и ухудшенной поедаемостью по сравнению с необходимыми нормативами [1]. В связи с этим, проблема увеличения производства высококачественных кормов и их удешевления является одной из приоритетных для АПК СЗФО РФ.

Природные токсины микроскопических грибов (микотоксины) характеризуются широким структурным разнообразием и распространенностью источников их биосинтеза. Микотоксины представляют серьезную опасность и угрозу для жизни и здоровья людей и сельскохозяйственных животных [2, 3, 4, 5].

В последние годы мировое научное сообщество и практические отрасли всё пристальнее рассматривают проблему загрязнения кормов микотоксинами. За последние двадцать лет в микотоксикологии достигнут существенный прогресс во многом благодаря разработке экономически доступных и удобных в применении методов детекции ряда микотоксинов в кормах и биологических образцах. В основе современных систем определения микотоксинов (охратоксина А, афлатоксина В1, зеараленона и др.) лежат методы высокоэффективной жидкостной хроматографии, тонкослойной хроматографии и иммуноферментного анализа [6].

По данным глобальных исследований от 30 до 100 % образцов пищевой продукции и кормов в той или иной степени загрязнены микотоксинами. В частности, в 72 % проанализированных кормов были зафиксированы обнаруживаемые концентрации микотоксинов, однако превышение установленных нормативных пределов отмечено лишь в 1–18 % случаев (в зависимости от типа токсина). Анализ более чем 6000 образцов кормов с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) выявил, что у 81 % из них имел место хотя бы один микотоксин, при этом в подавляющем большинстве случаев содержание токсинов оставалось в пределах допустимых значений. Наиболее распространёнными среди выявленных соединений оказались дезоксиниваленол (в 65 % образцов), зеараленон (44 %), а также афлатоксины (31 %) и охратоксины (27 %) [7, 8]. В целом объёмистые корма и зерновые компоненты, входящие в состав рациона, подвержены загрязнению афлатоксинами на всех этапах производства кормов таких, как сбор, транспортировка, хранение, переработка и упаковка [9].

Снижение уровня микотоксинов в кормах является важным направлением в научных исследованиях по методам контроля и профилактике микотоксикозов [10]. В настоящее время в Российской Федерации контроль за технологиями заготовки кормов, их качеством и питательностью осуществляют 105 центров и станций агрохимической службы, районные и хозяйственные агрохимические лаборатории, которыми ежегодно исследуется более 100 тыс. образцов кормовых средств. При этом ежегодно по России исследуется около 40 % сена, травяной муки и силоса, 30 % сенажа и зеленых кормов, по 20 % корнеклубнеплодов, зерновых кормов, комбикормов, жмыхов и шротов [11].

Рационы дойных коров отличаются значительно большей разнообразностью кормовых компонентов по сравнению с рационами свиней или птицы. В их состав могут входить различные типы сенажа и силоса, сено, солома, а также широкий спектр концентрированных кормов. Каждый из этих компонентов обладает индивидуальной восприимчивостью к колонизации микроскопическими плесневыми грибами, а значит, способен по-разному влиять на общий микотоксиновый профиль рациона [4, 12].

Научные исследования показали, что даже незначительное загрязнение кормов микотоксинами способно вызывать их накопление в органах и тканях животных, что впоследствии негативно сказывается на их здоровье. В частности, при кормлении комбикормом, содержащим фумонизин В1 и дезоксиниваленол (ДОН) в концентрациях, превышающих минимально допустимые уровни, в печени погибших телят в возрасте 2–3 месяцев было выявлено значительное содержание этих микотоксинов [13]. Применение контаминированных кормов наносит не только экономический ущерб производителям мяса, включая птицеводство, но и представляет угрозу для здоровья потребителей, особенно при употреблении субпродуктов – таких как печень, почки и сердце [13]. Под воздействием микотоксинов происходит чрезмерная активация генов, отвечающих за воспалительные процессы, а также индукция апоптоза – программируемой гибели клеток. В результате организм истощает собственные резервы. Известно, что избыточная экспрессия провоспалительных генов играет ключевую роль в развитии ряда патологий и напрямую связана со снижением продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы. В первую очередь провоспалительные цитокины и хемокины запускают воспалительные реакции в печени и кишечнике [14].

Кроме того установлено, что микотоксины в кормах оказывают негативное воздействие на организм животных не только через нарушение функций пищеварительной системы, но и вызывают необратимые изменения в репродуктивных органах. Так, в эксперименте М.В. Авраменко и В.В. Чекрышевой к завершению исследований у коров опытной группы зафиксированы отклонения в клиническом состоянии – температура тела составила 40,0±0,5 °С, пульс – 100,0±1,2 уд./мин., частота дыхания – 56,7±1,5 дых. дв./мин., а также у всех особей выявлены акушерско-гинекологические патологии [15]. А в опыте Л.А. Гнездиловой у коров наличие зераленона или разновидности Fusarium, продуцирующих этот микотоксин, способствовало бесплодию и

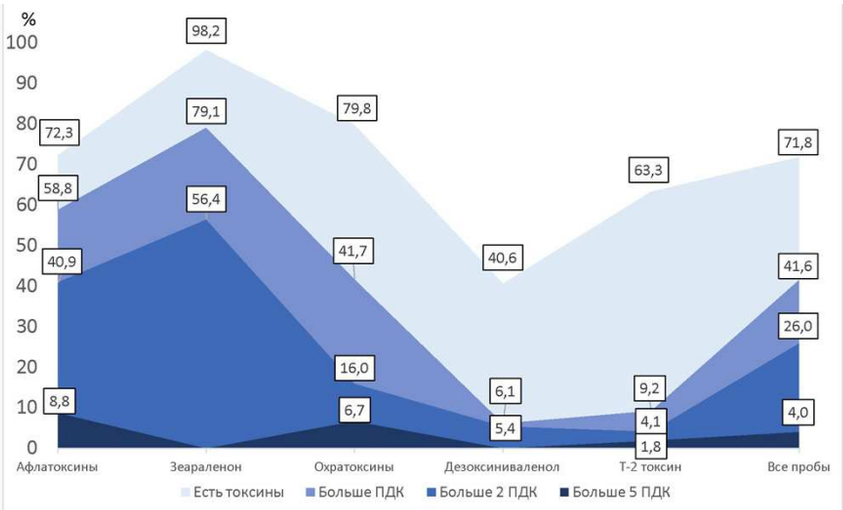


Рисунок 1. Пораженность проб заготавливаемых кормах Вологодской области различными группами токсинов, %
Figure 1. Contamination of samples of harvested feed in the Vologda region with various types of toxins, %

Таблица 1. Процентное соотношение проб корма, зараженных микотоксинами в разной степени превышающей ПДК (%)
Table 1. Percentage of feed samples contaminated with mycotoxins to varying degrees exceeding MAC (%)

Концентрац. микотоксинов	Сумма афлатоксинов	Зеараленон	Охратоксин-А	Дезоксиневаленол	Т-2 токсин
Без токсинов	28	2	20	59	37
Есть токсин, но менее ПДК	13	19	38	35	54
Больше ПДК, но менее 2 ПДК	18	23	26	1	5
Больше 2 ПДК, но менее 5 ПДК	32	56	9	5	2
Больше 5 ПДК	9	0	7	0	2
Всего	100	100	100	100	100

снижению выработки молока (8523,9±112,5 против 7153,8±99,7 кг). Показано, что высокопродуктивные животные, с более интенсивными обменными процессами в организме, сильнее реагируют на присутствие в корме микотоксинов [16].

Таким образом, в связи с тем, что споры плесневых грибов распространены повсеместно, а интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур и загрязнение окружающей среды нарушают экологическое равновесие, проблема микотоксикозов носит глобальный характер. Слабая изученность распространения микотоксинов в России в целом и на её Северо-Западе в частности приводит к заниженной оценке рисков хозяйствами-заготовителями. Во многих хозяйствах контроль заготавливаемого сырья на предмет содержания микотоксинов не ведется, эта проверка не входит в рамки контроля качества кормов, а меры по профилактике заражения и деконтаминации кормов не осуществляются.

Ранее в Вологодской области подобные комплексные исследования не осуществлялись. Проведение мониторинга заготавливаемых кормов открывает возможности для повышения их качества в регионе, а также позволяет выявить наиболее уязвимые звенья в технологических цепочках заготовки различных типов кормов.

Цель данного исследования – проанализировать структуру микотоксинового загрязнения у разных видов заготовленных кормов в сельскохозяйственных предприятиях Вологодской области.

Материалы и методы

Определение микотоксинов проводилось в соответствии с ГОСТ 31653-2012 "Корма. Метод иммуноферментного определения микотоксинов" с использованием сертифицированных тест-систем компаний "КомПродСервис" (Беларусь) и R-Biopharm (Германия). Анализ осуществлялся на иммуноферментном анализаторе "АИФР01 УНИПЛАН" (Пикон, Россия) в Центре коллективного пользования "Центр сельскохозяйственных исследований и биотехнологий" ФГБУН ВолНЦ РАН. Отбор проб был организован предприятиями агропромышленного комплекса Вологодской области в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными на основе ГОСТ Р ИСО 6497-2011 в лаборатории биоэкономики и устойчивого развития ВолНЦ РАН. Процедура иммуноферментного анализа выполнялась с соблюдением протокола, предоставленного производителями наборов, включая двух- или трёхкратную аналитическую повторность для каждого образца и двукратное считывание оптической плотности в лунках микропланшета.

Оценке подвергались следующие группы микотоксинов: афлатоксины (суммарное содержание B1, B1, G1, G2), охратоксин-А, зеараленон, ДОН, Т-2 токсин. Действующие ветеринарно-санитарные требования Таможенного союза (утверждённые решением Комиссии Таможенного союза ЕврАзЭС от

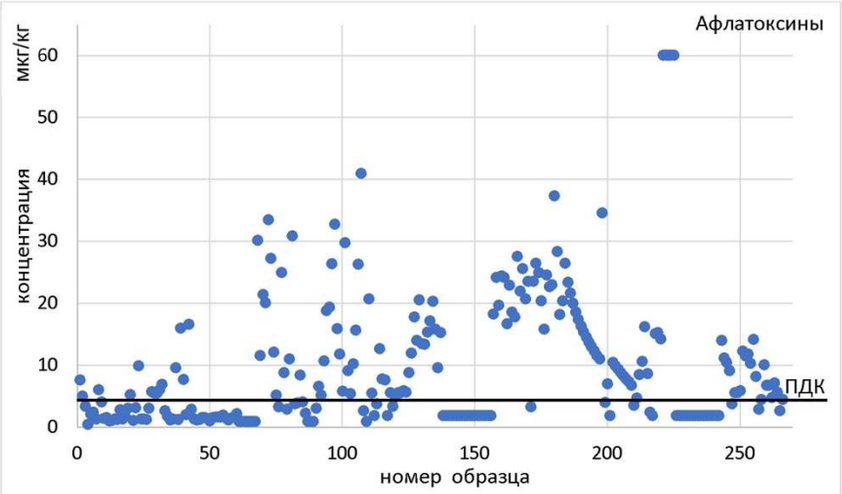


Рисунок 2. Содержание суммы афлатоксинов в заготавливаемых кормах Вологодской области, мкг/кг
Figure 2. Content of aflatoxins in harvested feed in the Vologda region, µg/kg

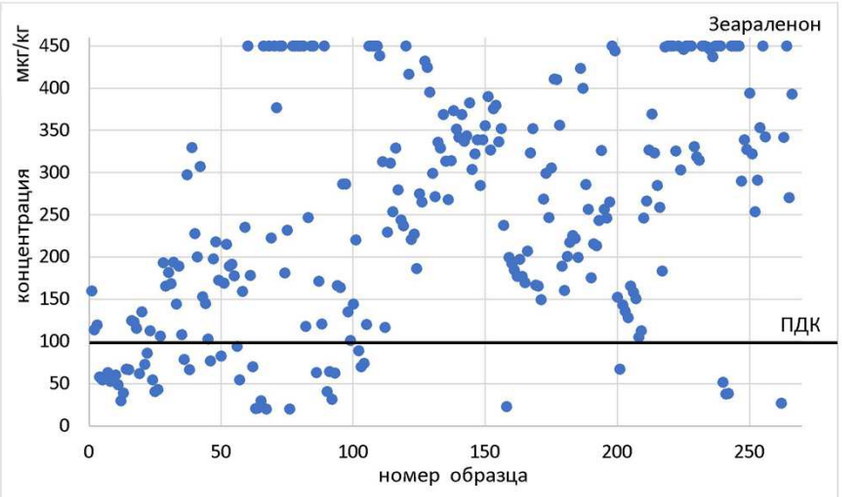


Рисунок 3. Содержание зеараленона в заготавливаемых кормах Вологодской области, мкг/кг
Figure 3. Content of zearalenone in harvested feeds of the Vologda region, µg/kg

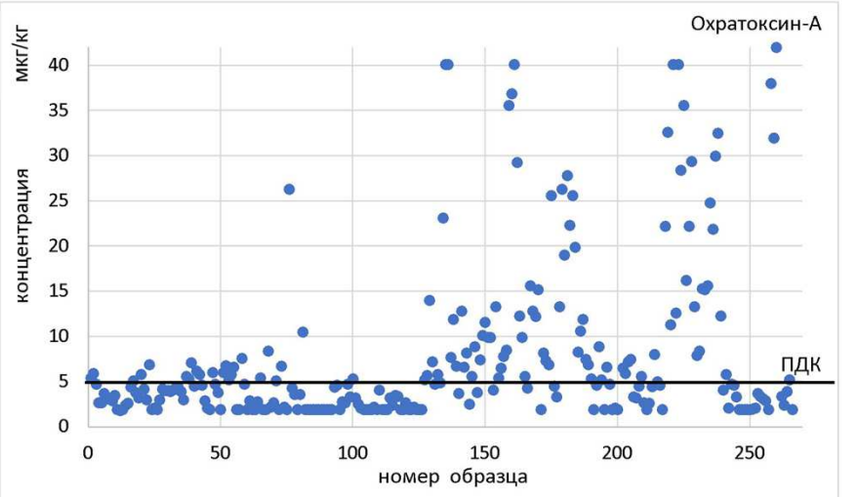


Рисунок 4. Содержание охратоксина-А в заготавливаемых кормах Вологодской области, мкг/кг
Figure 4. Ochratoxin-A content in harvested feed in the Vologda region, µg/kg

Таблица 2. Процентное соотношение проб корма, зараженных микотоксинами в разной степени превышающей ПДК по годам (%).
Table 2. The percentage of feed samples contaminated with mycotoxins to varying degrees exceeding the MAC by year (%).

Концентрация микотоксинов	Сумма афлатоксинов	Зеараленон	Охратоксин-А	Дезоксиневаленол	Т-2 токсин
2023 год					
Без токсинов	21,3	5,7	14,9	81,8	-*
Есть токсин,но менее ПДК	14,8	47,2	56,4	15,9	-
Больше ПДК, но менее 2 ПДК	22,1	34,0	28,7	0,0	-
Больше 2 ПДК, но менее 5 ПДК	36,1	13,2	0,0	2,3	-
Больше 5 ПДК	5,7	0,0	0,0	0,0	-
Всего	100	100	100	100	-
2024 год					
Без токсинов	31,7	0,5	21,6	56,0	36,3
Есть токсин, но менее ПДК	9,2	10,6	30,5	37,2	53,7
Больше ПДК,но менее 2 ПДК	15,1	21,3	26,7	0,9	5,5
Больше 2 ПДК, но менее 5 ПДК	33,0	67,6	13,1	6,0	2,5
Больше 5 ПДК	11,0	0,0	8,1	0,0	2,0
Всего	100	100	100	100	100
2025 год					
Без токсинов	25,0	7,7	25,9	43,8	41,2
Есть токсин, но менее ПДК	45,8	46,2	40,7	50,0	58,8
Больше ПДК, но менее 2 ПДК	20,8	0,0	7,4	0,0	0,0
Больше 2 ПДК, но менее 5 ПДК	4,2	46,2	7,4	6,3	0,0
Больше 5 ПДК	4,2	0,0	18,5	0,0	0,0
Всего	100	100	100	100	100

*В 2023 году исследования на Т2-токсин не проводились

18.06.2010 № 317) устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) микотоксинов для отдельных кормовых культур – таких, как пшеница, ячмень, овёс, кукуруза, соя и некоторые другие, однако не охватывают такие виды кормов, как силос, сено и сенаж. Поскольку нормативные значения ПДК для перечисленных зерновых культур практически не различаются, в нашем исследовании мы ориентировались на эти единые критерии: для суммы афлатоксинов и охратоксина А – 5 мкг/кг, зеараленона – 100 мкг/кг, дезоксиниваленола (ДОН) – 1000 мкг/кг, Т-2 токсина – 60 мкг/кг.

За период исследований (2023–2025 гг.) сотрудниками лаборатории биоэкономики и устойчивого развития, главным образом, методом ИФА-анализа было проанализировано содержание основных групп микотоксинов в заготавливаемых кормах региона. Основную долю представленных на анализ проб (75 %) составил силос разнообразного растительного состава, что обусловлено его доминирующей ролью как основного вида сочных кормов, заготавливаемых хозяйствами Вологодской области. Оставшиеся 25 % пришлись на сено, сенаж, зерно, а также отдельные образцы комбикормов и жмыхов. Всего на содержание микотоксинов за указанный период было исследовано 470 образцов заготавливаемых кормов и проведено 1499 анализов в том числе:

– на содержание суммы афлатоксинов – 364 анализа;
– на содержание охратоксина-А -357 анализов;
– на содержание зеараленона – 282 анализа;
– на содержание дизоксиниваленола (ДОН) – 278 анализов;
– на содержание Т2-токсина – 218 анализов.

Результаты и обсуждение

Обнаружено, что среди проанализированных образцов заготавливаемого корма в 72 % было обнаружено содержание микотоксинов, из них в 42 % содержание хотя бы одного из микотоксинов превышало ПДК: в варианте суммы афлатоксинов доля кормов с превышение ПДК достигала 59 %, зеараленона – 79 %, охратоксина-А – 42 %, ДОН – 40 %, Т2-токсина – 63 % (рисунок 1).

Полученные данные показывают, что наибольшие риски контаминации характерны для афлатоксинов и зеараленона, доля кормов с превышением ПДК у которых максимальна (см. рисунок 1). Так, среди более 360 проанализированных на содержание суммы афлатоксинов образцов кормов 73,3 % имели данный токсин, из них 59 % превышали ПДК (5 мкг/кг), по зеараленону 98 % были заражены микотоксином, из них 79 % более ПДК. Менее распространенным оказался дезоксиниваленол, только в 40 % проб было обнаружено его наличие.

В таблице 1 представлено процентное соотношение проб зараженных микотоксинами в разной степени превышающей ПДК. Анализ показал, что обнаружены превышения ПДК по всем микотоксинам в более 50% исследований.

При анализе кормов на содержание афлатоксинов и зеараленона наиболее часто фиксировались концентрации в диапазоне от 2 до 5 предельно допустимых концентраций (ПДК), тогда как охратоксины и Т-2 токсин чаще обнаруживались в более низких концентрациях (до превышения ПДК), концентрация дезоксиниваленола чаще ниже предела обнаружения.

Данные ежегодного мониторинга по наличию токсинов в пробах представлены в таблице 2.

Стоить отметить, что указанная тенденция сохраняется из года в год (таблица 3).

За три года 267 образцов корма проверены на одновременное содержание нескольких контаминантов (199 образцов на одновременное содержание 5 микотоксинов и 68 образцов на одновременное содержание 4 микотоксинов).

Таблица 3. Данные ежегодного мониторинга по всем пробам на микотоксины
Table 3. Annual monitoring data for all mycotoxin samples

Год	Наличие токсина	Больше ПДК	Больше 2 ПДК	Больше 5 ПДК	Всего (%)
2023	74,76	41,85	18,85	2,24	100
2024	70,98	43,07	28,83	4,32	100
2025	71,13	23,71	16,49	6,19	100
Всего за 3 года	71,78	41,56	25,95	4,00	100

Среди 267 образцов, в которых анализировались афлатоксины (рисунок 2), наличие токсина было выявлено в 69 % (нижний предел обнаружения тест-системы – 2 мкг/кг), превышение ПДК – в 55 % (5 мкг/кг). При этом определены 5 проб, в которых количество микотоксинов превышало верхний предел определения тест-системы (60 мкг/кг).

Среди более 262 образцов, где анализировался зеараленон (рисунок 3), наличие токсина было выявлено в 99 % (нижний предел обнаружения тест-системы – 20 мкг/кг), превышение ПДК – в 83 % (100 мкг/кг), так же отмечены 38 образцов, превышающие 450 мкг/кг (предел обнаружения) микотоксинов.

Охратоксин-А (рисунок 4) анализировался в 265 образцах и был обнаружен в 78 % из них. При этом превышение ПДК (5 мкг/кг) зафиксировано в 43%. В 4 пробах отмечено превышение предела обнаружения 40 мкг/кг.

Среди 267 образов, где анализировалось содержание ДОН (рисунок 5), в 41 % было зафиксировано его наличие в концентрации с превышением порога обнаружения тест-системы (70 мкг/кг), среди них в 6 % образцов было зафиксировано превышение предельно допустимой концентрации – 1000 мкг/кг, включая 4 % (13 случаев), где уровень токсинов превысил верхний предел количественного определения тест-системы – 2500 мкг/кг.

Среди 203 образов, где анализировалось содержание Т2-токсина (рисунок 6), в 64 % было зафиксировано его наличие в концентрации выше предела обнаружения тест-системы (выше 20 мкг/кг), из них лишь в 10 % было зафиксировано превышение ПДК (60 мкг/кг).

Результаты показали, что 95 % образцов имели более 2 микотоксинов, 83 % – более 3 токсинов, при этом у 62 % проб наблюдалось превышение ПДК (как минимум по двум из токсинов) у 35 % проб наблюдалось превышение ПДК одновременно по трем токсинам. В 4,5 % случаев отмечено превышение пределов обнаружения одновременно по двум и более токсинам. Только 4 пробы корма (1,5 %) оказались без содержания любых токсинов (с содержанием любых токсинов ниже предела обнаружения).

Таким образом, исследования по контаминации микотоксинами заготавливаемых кормов сельскохозяйственных организаций региона показывают, что 72 % кормов заражены микотоксинами, при этом более половины содержат микотоксины в количестве выше ПДК. Наиболее серьезная проблема была выявлена по распространению суммы афлатоксинов (73 % уровень контаминации кормов, 58 % – превышали ПДК), зеараленона (99 % уровень контаминации кормов, 79 % – превышали ПДК) и охратоксина-А (79 % уровень контаминации кормов, 41 % – превышали ПДК).

Стоит отметить, что часто было выявлено одновременное загрязнение кормов парами микотоксинов: афлатоксинами и зеараленоном, а также дезоксиниваленолом и зеараленоном. Такая комбинация обусловлена тем, что их продуцентом выступает один и тот же вид микроскопических грибов – Fusarium graminearum, которым оказались инфицированы исследованные образцы. Отмечается высокая способность этих токсинов к накоплению в организме животных, что повышает риск развития хронических микотоксикозов. В связи с этим особенно актуальным становится продолжение систематического мониторинга кормовой базы с точки зрения её ветеринарно-санитарного благополучия. По санитарным требованиям рекомендовано исключать контаминированные микотоксинами корма из рациона животных, из-за наличия у них канцерогенных, мутагенных, тератогенных, эмбриотоксических и иммунодепрессивных свойств [17].

Контроль за контаминантами в кормах представляет собой ключевой элемент обеспечения безопасности пищевой продукции и охраны здоровья, как людей, так и сельскохозяйственных животных. Осознанное понимание многообразия микотоксинов, механизмов их токсического воздействия и применение адекватных методов детоксикации позволяют существенно снизить риски в животноводстве, а также способствуют сохранению здоровья и поддержанию высокой продуктивности поголовья.

Отметим существование различных способов снижения негативного воздействия микотоксинов на организм КРС. Подходы к детоксификации микотоксинов основаны на применении физических, химических и биокаталитических методов [18]. Одним из перспективных, эффективных и природоподобных способов детоксификации микотоксинов представляется их обработка микробными ферментами. Этот альтернативный подход к снижению воздействия микотоксинов в кормах заключается в снижении биодоступности за счёт включения в корм детоксифицирующих микотоксины агентов. Для дезактива-

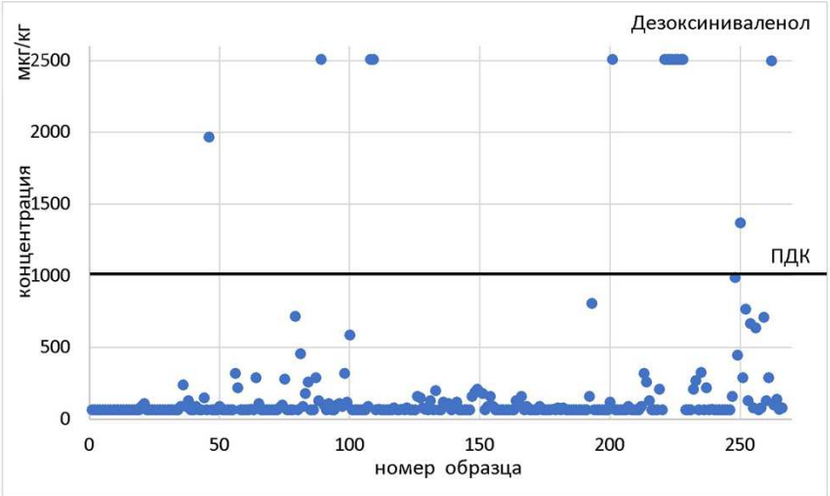


Рисунок 5. Содержание дезоксиниваленола в заготавливаемых кормах Вологодской области, мкг/кг
Figure 5. DON content in harvested feed in the Vologda region, mcg/kg

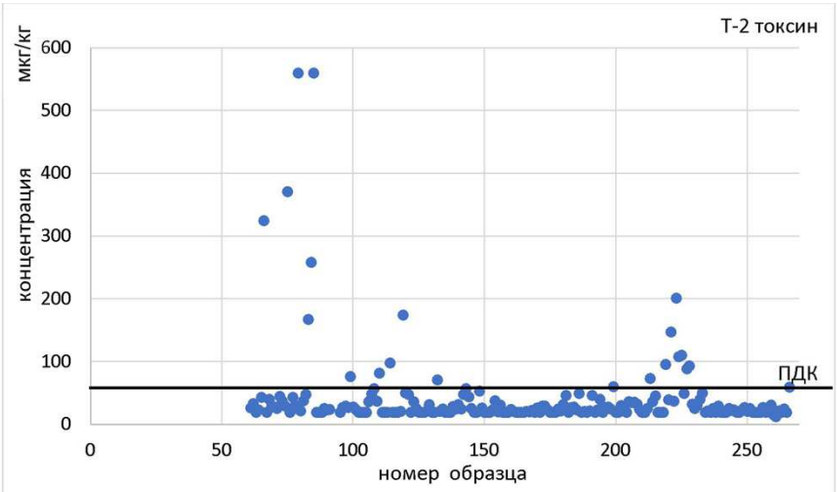


Рисунок 6. Содержание Т2-токсина в заготавливаемых кормах Вологодской области, мкг/кг
Figure 6. T2-toxin content in harvested feed in the Vologda region, mcg/kg

ции существуют биологические методы, такие как использование ферментов или микроорганизмов, в том числе в составе пробиотиков. Ферменты, используемые для биотрансформации, обычно расщепляют микотоксины на участке, ответственном за токсичность в желудочно-кишечном тракте, и производят метаболиты с меньшей токсичностью, чем исходный микотоксин [9].

Выводы

В ходе проведённой работы было установлено, что микотоксины присутствуют практически во всех кормах, заготовленных хозяйствами региона самостоятельно. Полученные данные позволяют сделать несколько выводов: во-первых, необходимо усилить контроль качества кормов, по возможности охватывая все этапы их производства и хранения; во-вторых, хозяйствам рекомендуется внедрять превентивные меры по деконтаминации кормового сырья; в-третьих, в ситуациях, когда профилактические методы по объективным причинам неприменимы, целесообразно использовать в рационах микробиологические ферменты, способствующие снижению токсичности микотоксинов.

Литература

1. Химический состав и питательность кормов Вологодской области за 2024 год: ежегодное справочное издание / П.А. Фоменко, Е.В. Богатырева; Вологодский научный центр Российской академии наук. - Вологда: ВолНЦ РАН, 2025. - 36 с.
2. Воздействие сочетанных микотоксикозов на организм крупного рогатого скота / В.А. Антипов и др. // Ветеринария и кормление. - 2016. - № 2. - С. 42-43.
3. Кондакова, И.А. Микроскопические грибы и их метаболиты - угроза здоровью животных и человека / И. А. Кондакова // Молочнохозяйственный вестник. - 2020. - № 1(37). - С. 46-59.
4. Ковалевский, В.Ф. Опасность микотоксинов для жвачных животных / В.Ф. Ковалевский // Наше сельское хозяйство. - 2023. - № 8(304). - С. 15-19.
5. Контаминация микотоксинами силоса, заготавливаемого животноводческими хозяйствами Вологодской области / А.В. Платонов, С.В. Ерегина, И.И. Рассохина, И.В. Артамонов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2023. - Т. 53, № 12. - С. 45-53.
6. Буклагин, Д.С. Методы определения микотоксинов в сельскохозяйственной продукции и кормах / Д.С. Буклагин // Техника и технологии в животноводстве. - 2020. - № 4(40). - С. 57-67.
7. Распространение основных микотоксинов в кормовом сырье и их характеристика / Е.И. Симонова, К.М. Кондрашкина, Е.О. Рысцова, М.В. Большакова // Бюллетень науки и практики. - 2020. - Т. 6, № 1. - С. 168-177. DOI 10.33619/2414-2948/50/19
8. Multiple Mycotoxin Contamination in Livestock Feed: Implications for Animal Health, Productivity, and Food Safety. / O.F. Akinmoladun, F.N. Fon, Q. Nji et al. // Toxins. 2025.- № 17(8). - P. 365. https://doi.org/10.3390/toxins17080365
9. Косолапова, В.Г. Влияние микотоксинов на здоровье и продуктивность молочного скота / В.Г. Косолапова, М.М. Халифа, Х.Г. Ишмуратов // Кормопроизводство. - 2021. - № 9. - С. 38-46.
10. Поражение кормов микотоксинами и способ обеззараживания рациона коров / В.И. Трухачев, В Г. Косолапова, М.М. Халифа и др. / / Кормопроизводство. - 2024. - № 2. - С. 47-52. DOI 10.30906/1562-0417-2024-2-47-52.
11. Сычев, В.Г. Методические указания по оценке качества и питательности кормов: Методические указания / В.Г. Сычев, В.В. Лепешкин; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Центральный научно-исследовательский институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства. - Москва: Центральный научно-исследовательский институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства, 2002. - 76 с.
12. Platonov, A.V. Detection of mycotoxins in cattle feed / A.V. Platonov, I.V. Artamonov, I.I. Rassokhina // Journal of Livestock Science. - 2024. - Vol. 15, № 1. - P. 1-6. DOI 10.33259/JLivestSci.2024.1-6.
13. Наличие микотоксинов в органах молодняка животных и птиц при скармливании кормов, загрязненных микотоксинами / Н.А. Солдатенко, Ю.Д. Дробин, Е.А. Бокун, А.Ю. Алиев // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. - 2020. - № 4(36). - С. 439-442. - DOI 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202004005.
14. Кухлевская, Ю. Микотоксины в кормах: как минимизировать риски / Ю. Кухлевская // Эффективное животноводство. - 2024. - № 3(193). - С. 40-46.
15. Авраменко, М.В. Влияние микотоксинов на репродуктивную функцию коров / М.В. Авраменко, В.В. Чекрышева // Ветеринария Северного Кавказа. - 2024. - № 9. - С. 108-111. DOI 10.24412/cl-37120-2024-9-108-111.
16. Влияние микотоксинов на репродуктивные и производственные показатели лактирующих коров в условиях интенсивного производства / Л.А. Гнездилова, С.В. Федотов, Ж.Ю. Мурадян, С.М. Розинский // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2023. - № 4. - С. 70-79. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202304007
17. Определение дезоксиниваленола в кормах, кормовом сырье и пищевых продуктах / Н.Н. Мишина, И.Н. Штыров, З.Х. Сагдеева и др. // Бутлеровские сообщения. - 2020. - Т. 64, № 12. - С. 28-33. DOI 10.37952/ROI-jbc-01/20-64-12-28.
18. Фалалеева, Д.Е. Основные способы снижения уровня микотоксикологической нагрузки на корма для животноводства / Д.Е. Фалалеева, А.В. Платонов, И.И. Рассохина // АгроЗооТехника. 2025. - Т. 8, № 3. DOI 10.15838/alt.2025.8.3.3.

References

1. Ximicheskij sostav i pitatel`nost` kormov Vologodskoj oblasti za 2024 god: ezhegodnoe spravochnoe izdanie / P.A. Fomenko, E.V. Bogaty`reva; Vologodskij nauchny`j centr Rossijskoj akademii nauk. - Vologda: VolNCz RAN, 2025. - 36 s.
2. Vozdejstvie sochetanny`x mikotoksikozov na organizm krupnogo rogatogo skota / V.A. Antipov i dr. // Veterinariya i kormlenie. - 2016. - № 2. - S. 42-43.
3. Kondakova, I.A. Mikroskopicheskie griby` i ix metabolity` - ugroza zdorov`yu zhivotny`x i cheloveka / I. A. Kondakova // Molochnoxozyajstvenny`j vestnik. - 2020. - № 1(37). - S. 46-59.
4. Kovalevskij, V.F. Opasnost` mikotoksinov dlya zhvachny`x zhivotny`x / V.F. Kovalevskij // Nashe sel`skoe xozyajstvo. - 2023. - № 8(304). - S. 15-19.
5. Kontaminaciya mikotoksinami silosa, zagotavlivaemogo zhivotnovodcheskimi xozyajstvami Vologodskoj oblasti / A.V. Platonov, S.V. Eregina, I.I. Rassoxina, I.V. Artamonov // Sibirskij vestnik sel`skoxozyajstvennoj nauki. - 2023. - T. 53, № 12. - S. 45-53. Buklagin, D.S. Metody` opredeleniya mikotoksinov v sel`skoxozyajstvennoj produkcii i kormax / D.S. Buklagin // Texnika i texnologii v zhivotnovodstve. - 2020. - № 4(40). - S. 57-67.
6. Rasprostranenie osnovny`x mikotoksinov v kormovom sy`r`e i ix xarakteristika / E.I. Simonova, K.M. Kondrashkina, E.O. Ry`sczova, M.V. Bol`shakova // Byulleten` nauki i praktiki. - 2020. - T. 6, № 1. - S. 168-177. DOI 10.33619/2414-2948/50/19
9. Kosolapova, V.G. Vliyanie mikotoksinov na zdorov`e i produktivnost` molochnogo skota / V.G. Kosolapova, M.M. Xalifa, X.G. Ishmuratov // Kormoproizvodstvo. - 2021. - № 9. - S. 38-46.
10. Porazhenie kormov mikotoksinami i sposob obezzarazhivaniya raciona korov / V.I. Truxachev, V G. Kosolapova, M.M. Xalifa i dr. // Kormoproizvodstvo. - 2024. - № 2. - S. 47-52. DOI 10.30906/1562-0417-2024-2-47-52.
11. Sy`chev, V.G. Metodicheskie ukazaniya po ocenke kachestva i pitatel`nosti kormov: Metodicheskie ukazaniya / V.G. Sy`chev, V.V. Lepeshkin; Ministerstvo sel`skogo xozyajstva Rossijskoj Federacii, Central`ny`j nauchno-issledovatel`skij institut agroximicheskogo obsluzhivaniya sel`skogo xozyajstva. - Moskva: Central`ny`j nauchno-issledovatel`skij institut agroximicheskogo obsluzhivaniya sel`skogo xozyajstva, 2002. - 76 s.
13. Nalichie mikotoksinov v organax molodnyaka zhivotny`x i pticz pri skarmlivanii kormov, zagryaznenny`x mikotoksinami / N.A. Soldatenko, Yu.D. Drobin, E.A. Bokun, A.Yu. Aliev // Rossijskij zhurnal Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii. - 2020. - № 4(36). - S. 439-442. - DOI 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202004005.
14. Kuxlevskaya, Yu. Mikotoksiny` v kormax: kak minimizirovat` riski / Yu. Kuxlevskaya // E`ffektivnoe zhivotnovodstvo. - 2024. - № 3(193). - S. 40-46.
15. Avramenko, M.V. Vliyanie mikotoksinov na reproduktivnuyu funkciyu korov / M.V. Avramenko, V.V. Chekry`sheva // Veterinariya Severnogo Kavkaza. - 2024. - № 9. - S. 108-111. DOI 10.24412/cl-37120-2024-9-108-111.
16. Vliyanie mikotoksinov na reproduktivny`e i proizvodstvenny`e pokazateli laktiruyushhix korov v usloviyax intensivnogo proizvodstva / L.A. Gnezdilova, S.V. Fedotov, Zh.Yu. Muradyan, S.M. Rozinskij // Veterinariya, zootexniya i biotexnologiya. - 2023. - № 4. - S. 70-79. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202304007
17. Opredelenie dezoksinivalenola v kormax, kormovom sy`r`e i pishhevy`x produktax / N.N. Mishina, I.N. Shty`rov, Z.X. Sagdeeva i dr. // Butlerovskie soobshheniya. - 2020. - T. 64, № 12. - S. 28-33. DOI 10.37952/ROI-jbc-01/20-64-12-28.
18. Falaleeva, D.E. Osnovny`e sposoby` snizheniya urovnya mikotoksikologicheskoj nagruzki na korma dlya zhivotnovodstva / D.E. Falaleeva, A.V. Platonov, I.I. Rassoxina // AgroZooTexnika. 2025. - T. 8, № 3. DOI 10.15838/alt.2025.8.3.3.

Для цитирования / For citation

Ерегина С.В., Платонов А.В., Рассохина И.И. Структура пораженности микотоксинами заготовленных кормов для крупного рогатого скота в Вологодской области / С.В. Ерегина, А.В. Платонов, И.И. Рассохина // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.28–33.

Eregina S.V., Platonov A.V., Rassokhina I.I. Structure of Mycotoxin Contamination in Cattle Forages Harvested in the Vologda Region. / S.V. Eregina, A.V. Platonov, I.I. Rassokhina // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.28–33.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-7

Ерыженская Н.Ф., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
orel-nadegda-35@yandex.ru
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", Курск

УДК 619:612.015.3:636.12

Коррекция метаболизма спортивных лошадей в период розыгрыша приза Дерби

Ключевые слова: приз Дерби, спортивные лошади, ипподромный тренинг, коррекция, метаболические процессы.

Резюме. Дерби – главный приз в скаковых и беговых испытаниях лошадей на ипподроме. Название происходит от Эпсомского Дерби, которое проводится в Англии в Эпсоме и получило своё имя от Эдварда Смита Стэнли, 12-графа Дерби. Уникальность приза Дерби в том, что каждая лошадь может участвовать в нём лишь раз в жизни – в возрасте трёх лет, получая единственный шанс стать лучшей лошадью года. Поэтому, с учетом дистанции, интенсивного тренинга и физиологического состояния спортивных лошадей была изучена эффективность влияние метаболических средств на коррекцию метаболических процессов спортивных лошадей, определена степень восстановления работоспособности и выполнения элементов тренинга в период розыгрыша главного приза. Беговое Дерби – один из главнейших призов в жизни рысака или иноходца, участвующих в беговом Дерби, где возраст и дистанция соответствуют условиям страны, проводившим розыгрыш этого приза. В США и Канаде Дерби проводится для трёхлеток и они бегут на короткую дистанцию 1609 м (1 миля). Крупнейшим рысистым Дерби считается Европейское Дерби, которое проводится каждый год на разных ипподромах странчленов Европейской рысистой ассоциации на дистанцию 2100 м. Участие в рысистом Дерби на дистанции 2400 метров принимают лучшие четырёхлетние рысаки, рождённые в России. Подготовка рысистых лошадей к призу Дерби может длиться несколько лет, тренировки начинаются с самого рождения животного, за будущим дербистом ведут тщательный уход. Самым эффективным современным методом подготовки лошади является интервальный тренинг. На тренировке к рысаку на короткое время предъявляют резвостные требования, которые потребуются в призе, при этом лошадь испытывает нервные перегрузки, её организм перестраивается, поэтому важен постоянный контроль за физическим и физиологическим состоянием организма и метаболическими процессами в подготовительный призовой период. Отборочные заезды для лошадей, желающих попасть в число участников Дерби проводятся за месяц до приза. По результатам этих заездов специальная комиссия отбирает претендентов на главный приз сезона.

Correction of the metabolism of sports horses during derby prize draw

Eryzhenskaya N.F.
Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk

Key words: Derby prize, sports horses, hippodrome training, correction, metabolic processes.

Abstract. Derby – the main prize in racing and running trials of horses at the racetrack. The name comes from the Epsom Derby, which is held in England in Epsom and got its name from Edward Smith Stanley, 12-year-old Derby. The uniqueness of the Derby prize is that each horse can participate in it only once in his life – at the age of three years, getting the only chance to become the best horse of the year. Therefore, taking into account the distance, intensive training and the physiological state of sports horses, the effectiveness of the influence of metabolic agents on the correction of metabolic processes of sports horses was studied, the degree of restoration of performance and the implementation of training elements during the drawing of the main prize was determined. Running Derby is one of the most important prizes in the life of a trotter or pacer participating in the running Derby, where age and distance correspond to the conditions of the country that held the drawing of this prize. In the USA and Canada, the Derby is held for three-year-olds and they run a short distance of 1609 m (1 mile). The largest trotting Derby is considered the European Derby, which is held every year at different racetracks of the member countries of the European Trotting Association at a distance of 2100 m. The best four-year-old trotters born in Russia take part in the trotting Derby at a distance of 2400 meters. Preparing trotters for the Derby can take several years. Training begins from the animal's birth, and the future Derby winner undergoes meticulous care. The most effective modern method of training a horse is interval training. During training, the trotter is subjected to the same speed demands that will be required for the Derby for a short period of time. During this time, the horse experiences nervous strain, its body undergoes adjustments, so constant monitoring the body's physical and physiological condition and metabolic processes during the preparatory period for the Derby. Qualifying races for horses wishing to compete in the Derby are held one month before the event. Based on the results of these races, a special committee selects the contenders for the season's main prize.

Введение

Ипподромы – это специализированные предприятия для проведения ипподромного тренинга и испытаний лошадей, задачами которых являются подготовка лошадей к проявлению наивысшей работоспособности на рысистом аллюре и определение ее резвости на различные дистанции. На ипподромах Российской Федерации испытания проходят три породы рысаков – орловская, русская и американская. Спортивные лошади, поступающие на ипподром, сопровождаются ветеринарным свидетельством, подтверждающим благополучие указанных животных и мест их вывоза по инфекционным болезням согласно ветеринарному законодательству Российской Федерации. Паспорт племенной лошади, выданный ВНИИ коневодства и карточку учета испытаний, если до этого она проходила испытания на другом ипподроме предоставляет коневладелец. Комиссия в составе ветврача, зоотехника, наездника ипподрома и коневладельца в течение трех дней осматривает каждую лошадь и удостоверяет ее идентичность представленным документам. В процессе ипподромного тренинга рысистые лошади ежедневно под управлением наездников выполняют комплекс двигательных упражнений различными аллю-

рами в течение определенного времени, при этом достигается улучшение координации движений лошади на рыси, выработка синхронности ритмов дыхания и движения, расширение функциональных особенностей организма, обеспечивающих проявление высокой резвости и выносливости.

Основные показатели работоспособности рысистой лошади – это резвость, сумма выигрыша и занятые места. Эти показатели выявляются через участие лошадей в системе розыгрыша различных призов, а результаты испытаний используются в селекционно-племенной работе. Разработаны приемы ипподромного тренинга и испытаний рысаков, что позволило достигнуть прогресса резвости лошадей русской рысистой и орловской рысистой пород на все дистанции. При ипподромном тренинге рысистых лошадей используется ряд схем, однако все они являются ориентировочными и часто нуждаются в индивидуальном корректировании для каждой лошади с учетом ее общего физиологического состояния, степени тренированности и типа высшей нервной деятельности.

На ипподромах Российской Федерации регистрируют Всероссийские рекорды и рекорды местного значения. Рекорды регистрируются при испытаниях в качалках на дистанциях 1600, 2400, 3200 м и при испытании "рысью под седлом" на дистанциях 1600 и 2400 м. На каждом ипподроме ведется регистрация рекордов, установленных на данном ипподроме. Всероссийские рекорды рассматриваются и регистрируются ВНИИ коневодства.

Ипподромные испытания играют большую роль в совершенствовании конских пород, в улучшении их хозяйственно-полезных признаков. Они являются неотъемлемой частью селекционно-племенной работы в коневодстве, позволяют объективно оценить конституциональные, экстерьерные и спортивные качества лошадей, отобрать лучших из них для племенного использования [1-4].

Цель исследования – изучение эффективности применения энергоме-таболического состава для коррекции метаболических процессов, восстановления работоспособности и физического состояния спортивных лошадей при розыгрыше приза Дерби.

Материалы и методы

Исследования проводились с целью подготовить организм лошади к предстоящему предельному напряжению в призе, стимулировать активность нервно-рефлекторных механизмов синхронности ритмов дыхания и движения, повысить активность всех физиологических систем организма, участвующих в обеспечении интенсивного движения. Исследования проводили в условиях лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологий Курского ФАНЦ и Курского ипподрома.

Биохимические исследования крови проводили на автоматическом анализаторе BioChem FC-200. Оценка значимости различий между группами проводилась с помощью параметрического t-критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05. От лошадей опытной и контрольной групп кровь исследовалась на содержание общего белка, резервной щелочности и глюкозы, при этом учитывали физическое состояние животных, координацию движений, выполнение элементов тренинга, результаты резвости в розыгрыше приза Дерби и восстановление работоспособности.

Результаты исследований

Розыгрыш приза Дерби проводится на 2400 метров, при такой дистанции лошади расходуют много энергии, при этом затрагиваются не только метаболические процессы, но и весь организм в целом. Учитывая эти параметры, был применен энергометаболический состав (ЭМС), в котором в качестве основных компонентов используются янтарная кислота, отвар крапивы, меласса. Янтарная кислота использовалась в качестве основного энергометаболического компонента. Янтарная кислота стимулирует выработку энергии, регуляцию метаболической активности клеток и тканей, тормозит воспалительные процессы, нормализует работу нервной системы, противодействует стрессам [5].

Ещё с незапамятных времен крапиву давали лошадям перед длительными переходами. Было замечено, что крапива значительно повышает физическую выносливость лошадей. В промышленном объеме крапиву выращивают в целом ряде стран Европы, Белоруссии, США. Крапива содержит в своем составе уникальный спектр биологически активных микроэлементов и витаминов. Количество витамина С (до 270 мг/100 г), каротин и другие каротиноиды до 5 %, хлорофилла более 2 %. В составе крапивы активные органические кислоты (щавелевая, янтарная, фумаровая, молочная, лимонная, хинная), эфирное масло, фенолкарбоновые кислоты (галловая, кумаровая, кофейная, феруловая). Крапива содержит порфирины (протопорфирин, копропорфирин), флавоноиды, витамины В1, В2, В3, К, Е, РР, пантатеновую кислоту, каротиноиды (ксанторил, виолак-

Таблица 1. Биохимические показатели крови спортивных лошадей при применении энергометаболического состава
Table 1. Biochemical parameters of the blood of sports horses when using an energy-metabolic composition

Показатель	Норма	Фоновые показатели	Через 12 часов после бегов	На 4-е сутки*	На 7-е сутки*	На 12-е сутки*
Общий белок, г/л	63-65	55-58	43±1,8*	45,3±1,5 39,6±1,2	48,5±1,7 41,2±1,6	57,3±2,8 42,9±1,9
Резервная щелочность, ммоль/л	15,0-45,0	43,5±2,3	30,3±2,3*	33,0±2,5 29,6±2,0	38,5±2,8 32,4±2,2	43,8±3,3 36,9±2,4
Глюкоза, ммоль/л	3-6	5,3±0,75	3,5±0,85*	3,8±0,57 2,9±0,66	4,5±0,87 3,4±0,92	5,5±3,0 4,2±1,4

Примечание: в верхней строке показатели опытной группы лошадей (n=5), в нижней строке отражены показатели у лошадей контрольной группы (n=5). Уровень значимости считался статистически значимым по отношению к аналогичным показателям сравниваемой группы при P < 0,05 и обозначен значком*.

Таблица 2. Резвость спортивных лошадей / Table 2. The speed of sport horses

Название главного традиционного приза	Дистанция, м	Опытная группа (колич-во лошадей)	Резвость (мин, сек)	Контрольная группа* (колич-во лошадей)	Резвость (мин, сек)
Дерби	2400	5	3.11,1/3.12,5	5	3.12,2/3.15,0

Примечание: * – разница с контрольной группой на период эксперимента достоверна при уровне значимости 0,05.

сантин), гликозидургицин, железо, марганец, медь, серу, кремний, бор, никель, титан, кальций, соли ванадия, хрома, алюминия, кремния, цинка, кобальта, стронция, молибдена, йода. В питательном аспекте крапива содержит до 10 % крахмала. Она оказывает выраженное действие на основной обмен, повышает тонус дыхательного центра, сердечно-сосудистой системы, кишечника и матки, стимулирует грануляцию и эпителизацию пораженных тканей. Крапива способна восстанавливать гемоглобин и увеличивать количество эритроцитов не в меньшей степени, чем препараты железа. Таким образом, уникальный природный состав крапивы позволяет использовать её в составе ЭМС в качестве общеукрепляющего, антистрессового, поливитаминного, стимулирующего эритропоэз и тонизирующего действия [6].

Лошади известные сладкоежки. Приятный аромат мелассы сохраняет свою привлекательность. Кроме того, меласса содержит в своем составе богатый спектр микроэлементов. В этой связи мелассу использовали не только в качестве энергетического компонента, но и для маскировки неприятных вкусовых качеств янтарной кислоты и отвара крапивы.

Для оценки эффективности применения энергометаболического состава по принципу аналогов были отобраны две группы лошадей по 5 голов в возрасте 4 лет с резвостью класса 2.05–2.10 и резвее. Рысистые лошади участвовали в заезде на приз Дерби. Ипподромные испытания проводились согласно утвержденному календарному плану АО "Росипподромы", г. Москва. Содержание лошадей индивидуальное, кормление согласно зоотехническим нормам и тренинговой нагрузки приближено к общим параметрам.

Опытной группе лошадей энергометаболический состав скармливали орошением утренней порции овса в количестве 350 мл. Второй группе отводилась роль контроля. Биохимические показатели крови спортивных лошадей отражает таблица 1.

При применении спортивным лошадям опытной группы ЭМС на 4, 7 и 12 день после призового заезда увеличился общий белок на 2,3±0,3 г/л, 3,2±0,2 г/л и 8,8±1,1 г/л, резервная щёлочность на 2,7±0,2 ммоль/г, 5,5±0,3 ммоль/г и 5,3±0,5 ммоль/г и глюкоза на 0,3±0,28 ммоль/л, 0,7±0,30 ммоль/л и 1,0±2,13 ммоль/г, по отношению к показателям через 12 часов после бегов, что способствовало улучшению физического и физиологического состояния, восстановлению работоспособности к очередному призовому заезду.

У спортивных лошадей контрольной группы эти показатели были значительно ниже, после призового заезда произошло уменьшение общего белка на 3,4±0,6 г/л, 16,±0,4 г/л и 1,7±0,3г/л, незначительное увеличение резервной щёлочности на 0,7±0,3 ммоль/г, 2,8±0,2 ммоль/г и 4,5±0,2 ммоль/г, глюкозы на 0,6±0,19 ммоль/л, 0,5±0,26 ммоль/л и 0,8±0,48 ммоль/г, что значительно отразилось на физическом состоянии животных.

Работоспособность лошадей контрольной группы полностью не восстановилась к следующему беговому дню. В контрольной группе снижение общего белка, резервной щелочности и глюкозы связано с нарушением белкового, углеводного обменов и снижением энергетической обеспеченности. При применении спортивным лошадям опытной группы ЭМС на 4, 7 и 12 день после призового заезда увеличился общий белок, резервная щёлочность и глюкоза. О положительном влиянии на биохимические процессы рысистых лошадей в напряженный период ипподромных испытаний свидетельствует увеличение этих показателей, что способствовало коррекции метаболических процессов, улучшению физического состояния и восстановлению работоспособности к очередному призовому заезду [7-10]. У спортивных лошадей контрольной группы эти показатели были значительно ниже, что отразилось на физическом состоянии животных. Резвость спортивных лошадей представлена в таблице 2.

Рисунок 1. Приз Дерби выиграл жеребец опытной группы русской рысистой породы Гринвич Лок с резвостью 3.11,1
Figure 1. The Derby was won by Greenwich Lock, a stallion of the Russian Trotting Breed, with a speed of 3.11.1

Анализ таблицы резвости показал: лошади опытной группы имели резвость на дистанции две тысячи четыреста метров от трех минут, одиннадцати и одной десятой секунды до трех минут, двенадцати целых и пять десятых секун-

Рисунок 2. Резвость спортивных лошадей
Figure 2. The speed of sport horses

Таблица 3. Элементы тренинга / Table 3. Training elements

Название элементов	Дистанция метров общая	Опытн. гр. (колич-во лошадей n=5) Резвость (мин, сек) на всех аллюрах 2.15,7/2.17,8	Контрольн. гр.* (колич-во лошадей n=5). Резвость (мин, сек) на всех аллюрах 2.36,9/2.42,4
Шаг	1600	1600	1200
Трот	500	500	300
Размашка	300	300	150
Мах	300	300	150
Резвая рысь	300	300	150

ды. В контрольной группе резвость лошадей от трех минут, двенадцати и две десятых секунды до трех минут, пятнадцати и ноль десятых секунды. Ипподромные испытания позволили сделать вывод, что лошади опытной группы быстро восстанавливались после применения энергометаболического состава, отличались хорошим физическим состоянием и улучшением резвости – минус 0.2,1 секунды при розыгрыше приза Дерби. Контрольная группа по всем параметрам имела более низкие показатели – медленно восстанавливались после призового дня, физическое состояние оценивалось как удовлетворительное, резвость составила – плюс 0.5,5 секунды. Лошади опытной группы выполняли хорошо элементы тренинга на различных аллюрах, сбои на размашке, махе и резвой рыси не наблюдались. У лошадей контрольной группы на этих элементах повторялись сбои, проскачки и неправильный ход.

Заключение

Энергометаболический (ЭМС) состав позволяет значительно сократить период восстановления работоспособности спортивных лошадей после интенсивного тренинга. Применение всех компонентов препарата обеспечивает нормализацию энергометаболических процессов, быстрое восстановление работоспособности и физического состояния при розыгрыше главного приза спортивных лошадей в период ипподромных испытаний.

Литература

1. Ерыженская, Н.Ф. Анализ метаболических и гематологических изменений крови спортивных лошадей после интенсивного тренинга / Н.Ф. Ерыженская, А.А. Евглевский // Ветеринария и кормление. - 2025. - № 4. - С. 34-38.
2. Евглевский, А.А. Нарушения аэробного пути синтеза энергии: проблемы, последствия, возможные подходы к их решению. / А.А. Евглевский, Г.Ф. Рыжкова // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. - 2023 - № 1 - С. 68-72.
3. Евглевский, А.А. Проблемы энергетического метаболизма у людей и животных и, возможные подходы их решения / А.А. Евглевский, С.И. Шуклин // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: Международная научно-практическая конференция (г. Курск, 21-23 июня 2023). - Курск: Курский ФАНЦ, 2023 - С. 536-541.
4. Козлов, С.А. Коневодство. / С.А. Козлов, В.А. Парфенов. - М.: Колос, 2012. - 352 с.
5. Коваленко, А.Л., Янтарная кислота: фармакологическая активность и лекарственные формы / А.Л. Коваленко, Н.В. Белякова // Фармация. - 2000. - № 5. - С. 40-42.
6. Дубровин, И.И. Всё об обычной крапиве. / И.И. Дубровин. - Издательство RUGRAM, 2019. - 82 с.
7. Метаболическое обоснование применения сукцинатсодержащих композиций для поддержания высокой функциональной активности организма / Е. Маевский, А. Васильева, Е. Гришина и др. // Cardiometry. - 2020. - № 16. - С. 15-25.
8. Оковитый, С.В. Сукцинаты как быстродействующие корректоры астении. / С.В. Оковитый, С.В. Радько // Фарматека. - 2017. - № 4. - С. 67-71.
9. Оковитый, С.В. Применение сукцинатов в спорте (Научный обзор). / С.В. Оковитый, С.В. Радько // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2015. - № 6. - С. 59-65.
10. Розенфельд, А.С. Поддержание физической работоспособности путем метаболической коррекции ацидоза / А.С. Розенфельд: автореф. дис. … док. биол. наук. - Пущино, 2001. - 40 с.

References

1. Ery`zhenskaya, N.F. Analiz metabolicheskix i gematologicheskix izmenenij krovi sportivny`x loshadej posle intensivnogo treninga / N.F. Ery`zhenskaya, A.A. Evglevskij // Veterinariya i kormlenie. -2025. - № 4. - S. 34-38.
2. Evglevskij, A.A. Narusheniya ae`robnogo puti sinteza e`nergii: problemy`, posledstviya, vozmozhny`e podxody` k ix resheniyu./ A.A. Evglevskij, G.F. Ry`zhkova // Vestnik Rossijskoj sel`skoxozyajstvennoj nauki. - 2023 - № 1 - S. 68-72.
3. Evglevskij, A.A. Problemy` e`nergeticheskogo metabolizma u lyudej i zhivotny`x i, vozmozhny`e podxody` ix resheniya / A.A. Evglevskij, S.I. Shuklin // Problemy` i perspektivy` nauchno-innovacionnogo obespecheniya agropromy`shlennogo kompleksa regionov: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (g. Kursk, 21-23 iyunya 2023). - Kursk: Kurskij FANCz, 2023 - S. 536-541.
4. Kozlov, S.A. Konevodstvo. / S.A. Kozlov, V.A. Parfenov. - M.: Kolos, 2012. - 352 s.
5. Kovalenko, A.L., Yantarnaya kislota: farmakologicheskaya aktivnost` i lekarstvenny`e formy` / A.L. Kovalenko, N.V. Belyakova // Farmaciya. - 2000. - № 5. - S. 40-42.
6. Dubrovin, I.I. Vsyo ob oby`chnoj krapive. / I.I. Dubrovin. - Izdatel`stvo RUGRAM, 2019. - 82 s.
7. Metabolicheskoe obosnovanie primeneniya sukcinatsoderzhashhix kompozicij dlya podderzhaniya vy`sokoj funkcional`noj aktivnosti organizma / E. Maevskij, A. Vasil`eva, E. Grishina i dr. // Sardiometry. - 2020. - № 16. - S. 15-25.
8. Okovity`j, S.V. Sukcinaty` kak by`strodejstvuyushhie korrektory` astenii. / S.V. Okovity`j, S.V. Rad`ko // Farmateka. - 2017. - № 4. - S. 67-71.
9. Okovity`j, S.V. Primenenie sukcinatov v sporte (Nauchny`j obzor). / S.V. Okovity`j, S.V. Rad`ko // Voprosy` kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul`tury`. - 2015. - № 6. - S. 59-65.
10. Rozenfel`d, A.S. Podderzhanie fizicheskoj rabotosposobnosti putem metabolicheskoj korrekcii acidoza / A.S. Rozenfel`d: avtoref. dis. … dok. biol. nauk. - Pushhino, 2001. - 40 s.

Для цитирования / For citation

Ерыженская Н.Ф. Коррекция метаболизма спортивных лошадей в период розыгрыша приза Дерби // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.34–37.

Eryzhenskaya N.F. Correction of the metabolism of sports horses during derby prize draw // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.34–37.

Пресс-релиз/ Press-release

В Хорватии зарегистрирована первая вспышка чумы мелких жвачных животных

Всемирная организация здоровья животных (ВОЗЖ) официально уведомила о регистрации первой вспышки чумы мелких жвачных животных на территории Хорватии.

Два очага заболевания выявлены в Сплитско-Далматинском регионе на юге страны. Заболевание зафиксировано среди овец: из 257 восприимчивых животных клинические признаки отмечены у 8 голов.

Предполагаемым источником заноса инфекции рассматривается ввоз новых животных, вероятно, из Турции или Албании.

В рамках эпизоотического расследования и локализации вспышки в хозяйствах введены ветеринарные ограничительные мероприятия, включая дезинфекцию, ограничение и контроль перемещения животных, усиленный эпизоотический надзор внутри и за пределами зон ограничений, а также зонирование территории.

В целях недопущения заноса и распространения чумы мелких жвачных животных на территории России реализуется комплекс профилактических и контрольных мер, а именно: усиленный государственный ветеринарный контроль при ввозе животных и продукции животного происхождения, постоянный мониторинг эпизоотической ситуации, лабораторные исследования с применением современных методов диагностики.

Кроме того, учеными подведомственного Россельхознадзору ФГБУ "ВНИИЗЖ" разработана вакцина для защиты сельскохозяйственных животных от чумы мелких жвачных, предназначенная для иммунизации животных всех возрастных групп, начиная с 3-месячного возраста. Также разработана и внедрена диагностическая тест-система для выявления возбудителя данного заболевания.

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-8

УДК 619:616.578:636.32/38

Лентивирусы мелких жвачных: профилактика и меры борьбы

Журавлёва Е.А., научный сотрудник лаборатории вирусологии, zhuravleva.zhenya@gmail.com
Мальцева О.Е., кандидат биологических наук, научный консультант лаборатории вирусологии, malcevaoe@gmail.com
Надточей Г.А., кандидат биологических наук, Заслуженный ветеринарный врач РФ, ведущий научный сотрудник лаборатории цитопатологии и электронной микроскопии, g_a_nadtochei@mail.ru
Алексеенкова С.В., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лаборатории вирусологии, a97865342a@yandex.ru

ФГБНУ "Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук", г. Москва

Ключевые слова: лентивирусы, овцы, антитела, оздоровление, трансплантация эмбрионов, генетическая селекция.

Резюме. Лентивирусы мелких жвачных (меди-висна/артрит-энцефалит) представляют собой группу вирусов семейства Retroviridae, онкогенные свойства не отмечены, проявляют высокую генетическую изменчивость, вызывая хронические системные заболевания. Передача вируса осуществляется с выделениями от больных животных. Клинические признаки зачастую проявляются на поздних сроках инфицирования, часто не патогномоничны. Для лабораторной диагностики рекомендуется использовать валидированные методы: иммуноферментный анализ (ИФА), реакцию диффузионной преципитации (РДП). При гистологическом исследовании в лимфоидных органах и легких выявляют инфильтрацию мононуклеарных клеток в очагах некроза. Данная группа инфекций представляет серьезную проблему для животноводства из-за снижения продуктивности и вторичных бактериальных инфекций, развивающихся на фоне иммуносупрессии. Настоящая работа посвящена системе мероприятий, как при первичной покупке животных, так и при оздоровлении неблагополучного стада. Рекомендуется ежегодное тестирование животных старше года, изоляция и убой положительно реагирующих, комплектация стад животными из хозяйств, благополучных по лентивирусным инфекциям в течение периода не менее 3-х лет, требование сертификата о благополучии от зарубежных поставщиков. Предлагаются современные способы борьбы с лентивирусными инфекциями мелких жвачных, такие как трансплантация эмбрионов и генетическая селекция. Метод борьбы на основе ЭКО с лентивирусами мелких жвачных направлен на получение отрицательно реагирующих животных от положительно реагирующих с помощью очистки эмбрионов от вируссодержащей среды и пересадки их здоровым реципиентам. Метод будет востребован в хозяйствах с высокой заболеваемостью меди-висна до 90 % для восстановления в стадах МРС племенного ядра при утрате высокоценных племенных животных. Генетическая селекция на основе маркера устойчивости – трансмембранного белка TMEM154 с заменой в позиции 35 (TMEM154 E35K) и делецией в гене хемокинового рецептора 5 (CCR5) позволят получить животных, устойчивых к заболеванию меди-висна. Внедрение эффективных мероприятий по борьбе с лентивирусами мелких жвачных может помочь оздоровить неблагополучные хозяйства и снизить экономически ущерб.

Control and prevention infections caused by small ruminants Lentiviruses

Zhuravleva E.A., Malceva O.E., Nadtochey G.A., Alexeyenkova S.V.
Federal State Budget Scientist Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow

Key words: lentiviruses, sheep, antibody, prophylaxis, embryo transplantation, genetic selection

Abstract. Small ruminant lentiviruses (medi-visna/arthritis-encephalitis) are a group of viruses in the Retroviridae family. No oncogenic properties have been detected so far. This group of viruses demonstrates high genetic variability and has been associated with chronic inflammatory systemic diseases. The virus is transmitted in secretions from infected animals. Clinical signs often appear late and they are not specific. The two best validated methods for laboratory diagnosis of retroviral infections of small ruminants are the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and agar gel immunodiffusion (AGID). Histological examination reveals mononuclear cell infiltration and necrotic foci in lymphoid organs and lungs. This group of viruses can be detrimental to livestock production due to reduced productivity and secondary bacterial infections that develop due to immunosuppression. This paper examines a system of measures, both at the time of initial purchase of animals as well as managing herds that are already affected. Recommended measures include annual testing of animals over one year old, and culling individuals with positive tests. Farmers are recommended to follow strict quarantine measures, including getting animals from farms free of lentivirus infections for at least three years, and requiring a certificate of clean health from foreign suppliers. Modern methods for reducing lentivirus infections in small ruminants, such as embryo transfer and genetic selection, are proposed. Since there is no cure for lentiviruses, the IVF-based method is to assure in vitro fertilization of healthy recipients with embryos cleared of virus-containing media. This method will be used on farms with a high incidence of Maedi-Visna (up to 90 %) to restore the core breeding stock of small ruminant herds after the loss of valuable

breeding animals. Genetic selection based on a resistance marker [the transmembrane protein TMEM154, with a substitution at position 35 (TMEM154 E35K) and a deletion in the chemokine receptor 5 (CCR5) gene] will produce animals resistant to Maedi-Visna. Implementing effective measures to alleviate lentiviruses in small ruminants will improve the health of affected farms and reduce economic losses.

Введение

Лентивирусы мелких жвачных представляют собой группу вирусов семейства Retroviridae. Они проявляют высокую генетическую изменчивость, вызывая хронические системные заболевания, известные как меди-висна овец и артрит-энцефалит коз. В 1957 году вирус висна выделили из ткани головного мозга овец, годом позже из легких больных животных выделили вирус меди. В культуре ткани оба вируса проявляли сходный цитопатический эффект [27]. Артрит-энцефалит коз был впервые описан в США в 1974 году. Это заболевание характеризовалось прогрессирующим артритом у взрослых животных и демиелинизирующим энцефаломиелитом у коз моложе 6 месяцев.

Длина генома лентивирусов мелких жвачных варьируется от 8400 до 10 000 пар нуклеотидов, геном включает три основных (gag, pol и env) и несколько регуляторных генов. Провирусная ДНК окружена повторяющимися последовательностями, содержащими промоторные элементы, инициирующие транскрипцию молекулы [18]. На сегодня известны генотипы A (подтипы A1 – A22), B (подтипы B1 – B5), C и E (подтипы E1 – E2), а так же сравнительно недавно открытый генотип D, который, предположительно является вариацией генотипа A [23, 19, 17]. Согласно новой классификации, основанной на исследовании двух сегментов РНК – gag-pol. Подтипы A5–A7 и генотипы C и D циркулируют исключительно у коз; подтип A2 был обнаружен только у овец; подтипы A1, A3, A4, A6, B1 и B2 были обнаружены как у овец, так и у коз. Несмотря на генетическую вариабельность, все типы вирусов имеют схожий патогенез: вызывают патологию респираторной, репродуктивной и центральной нервной системы, реплицируются в моноцитах и дендритных клетках [20, 25]. Ген gag кодирует структурные белки: капсидный p25CA, матричный p16MA и нуклеокапсидный p14NC. Гликопротеин SU (gp120) содержит домены, которые распознаются клетками-рецепторами: хемокиновым корецептором и CD4. Недавно был обнаружен ещё один рецептор маннозы. Точное число клеточных рецепторов не известно и находится на стадии изучения.

Геном одноцепочечной РНК (+) копируется в линейную молекулу двухцепочечной ДНК с помощью обратной транскриптазы. ДНК вируса, ковалентно и случайным образом интегрируется в геном клетки вирусной интегразой. Сборка вириона и упаковка вирусного РНК-генома происходит на клеточной мембране хозяина. Далее происходит почкование через плазматическую мембрану и высвобождение вирионов. Эти вирусы так же реплицируются в качестве провируса, интегрированного в хромосому хозяина [13].

Лентивирусы мелких жвачных распространены повсеместно, и наносят колоссальный экономический ущерб. Многочисленные исследования описывают явление межвидовой передачи между козами и овцами, что может стимулировать появление новых штаммов, которые, возможно, способны проявлять и другие биологические свойства [11, 2, 5, 21]. Данная группа вирусов представляют серьезную проблему для животноводства из-за манифестации как основного заболевания и летального исхода, так и вторичных

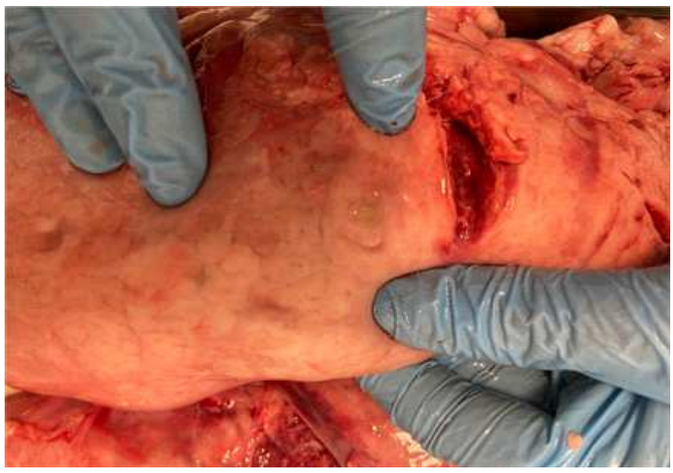


Рисунок 1. Поражение легких при ретровирусных инфекциях.
Figure 1. Lung lesions caused by retro viral infection

Рисунок 2. Поражение кишечника и лимфатических узлов при ретровирусных инфекциях.
Figure 2. Lesions in lymph nodes and intestines caused by retro viral infection

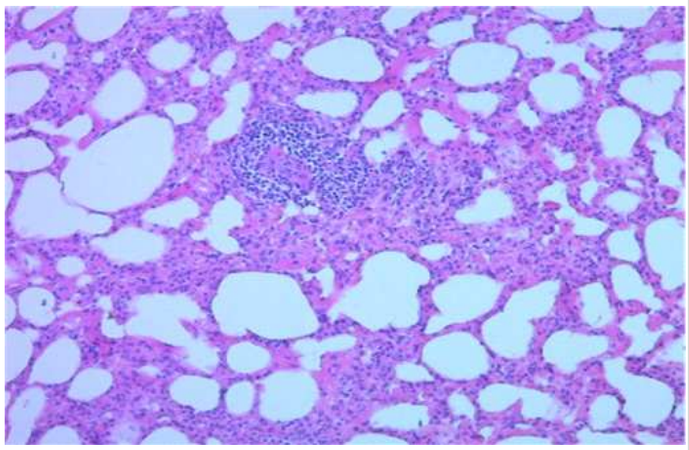
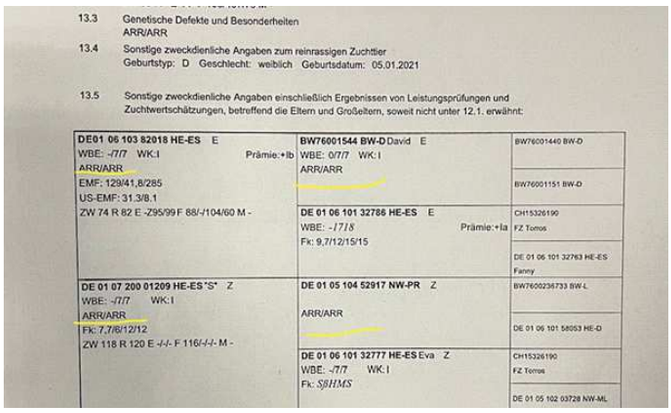


Рисунок 3. Гистологические изменения в легких при инфицировании ретровирусами, ×100 [2]
Figure 3. Histological lesions in lungs caused by retroviral infection, ×100 [2]


13.3 Genetische Defekte und Besonderheiten
ARR/ARR
13.4 Sonstige zweckdienliche Angaben zum reinrassigen Zuchttier
Geburtstyp: D Geschlecht: weiblich Geburtsdatum: 05.01.2021
13.5 Sonstige zweckdienliche Angaben einschließlich Ergebnissen von Leistungsprüfungen und Zuchtwertschätzungen, betreffend die Eltern und Großeltern, soweit nicht unter 12.1. erwähnt:

DE01 06 103 82018 HE-ES E
WBE: -/7/7 WK:I Prämie:+Ib
ARR/ARR
EMF: 129/41,8/285
US-EMF: 31.3/8.1
ZW 74 R 82 E -Z95/99 F 88/-/104/60 M -

BW76001544 BW-D David E
WBE: 0/7/7 WK: I
ARR/ARR

BW76001440 BW-D
BW76001151 BW-D

DE 01 06 101 32788 HE-ES E
WBE: -1718 Prämie:+Ia
Fk: 9,7/12/15/15

CH15326190
FZ Tomos
DE 01 06 101 32763 HE-ES
Fanny

DE 01 07 200 01209 HE-ES *S* Z
WBE: -/7/7 WK:I
ARR/ARR
Fk: 7,7/8/12/12
ZW 118 R 120 E -/-/- F 116/-/-/- M -

DE 01 05 104 52917 NW-PR Z
ARR/ARR

BW7600236733 BW-L
DE 01 06 101 58053 HE-D

DE 01 06 101 32777 HE-ES Eva Z
WBE: -/7/7 WK: I
Fk: SBHMS

CH15326190
FZ Tomos
DE 01 05 102 03728 NW-ML

Рисунок 4. Пример паспорта на племенное животное с мутациями устойчивости к скрепи (выделено жёлтым)
Figure 4. Sample document for a pedigreed sheep with mutations providing resistance to scrapie (highlighted in yellow)

бактериальных и вирусных инфекций. Лечение на данный момент отсутствует. Профилактика за рубежом осуществляется в недопущении возбудителя в стадо путем комплектования племенного поголовья из аккредитованных ферм. Систематические серологические исследования направленны на выявление больных животных [26, 24].

Цель данной работы состояла в изучении и оценке мероприятий, применяющихся в мировой практике, направленных на предупреждение и ликвидацию инфекций, вызываемых лентивирусами мелких жвачных.

Материалы и методы

Для написания данной работы были использованы информационные материалы с баз данных Pubmed, Ринц, сайтов государственной ветеринарной службы Англии, международного эпизоотического бюро и баз нормативно правовых документов в России, а так же обобщенные данных из ранее опубликованных авторами статей. Основной упор при поиске материалов был сделан на существующие методы профилактики и оздоровления от лентивирусных инфекций мелкого рогатого скота. Задействованные ключевые слова меди висна\артрит энцефалит, профилактика, ликвидация, эмбриотрансфер, заражение, инкубационный период, диагностика, Visna maedi\arthritis encephalitis, viral infection, liquidation , prophylaxis, prevention, embryo transfer,artificial insemination, infection, incubation time, diagnostics procedure, accreditation scheme. Временной интервал отбора статей 1999–2025 годы.

Результаты исследования

Клинические признаки болезни у хронически инфицированных животных включают пневмонию, мастит, энцефалит и мастит. У большинства заражённых особей нет клинических симптомов из-за довольно медленного течения болезни [10, 22, 12, 17]. На вскрытии отмечается уплотнение ткани легких, абсцессы и увеличенные лимфоузлы [рис 1, 2, 3].

Общепринято, что основной источник болезни для новорожденных ягнят и козлят – молозиво от больных маток [6]. Не менее важна горизонтальная передача с выделениями инфицированных животных. Неудовлетворительное кормление и неблагоприятные погодные условия ускоряют распространение инфекции [12]. Передача возбудителя и инфекционной ДНК во время спаривания и при искусственном осеменении так же возможны, но масштабы этой проблемы еще недостаточно изучены [9].

Для диагностики ретровирусов мелких жвачных рекомендуется использовать комбинации тестов. Наиболее эффективным и валидированным методом для оценки наличия вируса в популяции или его отсутствия является иммуноферментный анализ (ИФА). Второй тест – системой выбора является реакция диффузионной преципитации (РДП). В исключительных случаях допускается использование ПЦР, но этот метод нуждается в валидации. Вестерн-блот, являясь "золотым стандартом", довольно трудоемкий и затратный. При гистологическом исследовании в лимфоидных органах и легких выявляют инфильтрацию мононуклеарных клеток в очагах некроза. В легких отмечают довольно характерные для этого заболевания скопления клеток неправильной формы, окруженные лимфоцитами [7, 16, 25, 2].

В хозяйстве с неизвестным статусом при первичном тестировании исследуются все животные в стаде в возрасте 12 месяцев и старше за исключением следующих случаев: Стадо было сформировано менее трёх лет назад и не менее 90 % ремонтных овец получено внутри хозяйства; Все купленные за последние три года животные были из аккредитованных (более 3 лет свободных от лентивирусных инфекций) по лентивирусным инфекциям хозяйств. (Касается животных, прибывших из стран, где проводятся подобные программы по аккредитации стад). При формировании выборки возможно исследование только части животных. Например, в стадах от 1000 голов допускается исследовать не менее 10 % от стада, хотя наиболее эффективным считается полный скрининг. Все бараны-производители должны быть протестированы. Повторное тестирование допускается проводить через 6–12 месяцев. Тестируются животные старше года. При получении стойких отрицательных результатов на протяжении трех лет допускается исследовать животных раз в два года при условии отсутствия ввода новых животных из непроверенных хозяйств.

При выявлении положительно реагирующих животных ягнята, полученные от инфицированного мелкого рогатого скота, или питавшиеся молоком от инфицированных животных должны быть удалены из стада. Стадо должно пройти не менее двух тестов. Первый тест – не ранее чем через 6 месяцев после удаления последнего инфицированного животного. Второй тест должен быть проведен через 6–12 месяцев. Каждый тест должен включать всех животных в стаде в возрасте 12 месяцев и старше на момент тестирования. Если нет возможности идентифицировать весь молодняк, то он тестируется при достижении возраста 6–12 месяцев. Если ягненок или козленок регулярно употреблял молоко от больного животного, то в крови будут обнаруживаться антитела, полученные от матери. Антитела можно обнаружить до 2-х, иногда до 4х месячного возраста. При разовой выпойке скорость элиминации антител, вероятно, в большей степени зависит от возраста, в котором произошло попадание антител и составляет от 1 до 30 дней. Начиная, с 30 дневного возраста, антитела уже не проникают в организм с выпаиваемым молоком [3, 14].

В стадах с ценной генетикой и высокой инфицированностью овец и коз лентивирусными инфекциями есть высокая доля вероятности получения отрицательно реагирующего потомства от положительно реагирующих животных. Для этого необходимо искусственное выращивание потомства в стаде с положительным или неизвестным статусом. Ягнята и козлята, которых предполагается оставить в качестве замены, должны быть немедленно удалены от матерей после родов, так как считается, что основная передача вируса осуществляется через молоко и выделения респираторных органов. При массовых ветеринарных обработках используют одноразовые иглы. Риск внутриутробного ин-

фицирования оценивается в пределах от 0 % до 10 %. Возможно выпаивание молозивом от отрицательных животных из положительного стада. Молозиво рекомендуют пастеризовать при 56 °С не менее часа. Лучшие кандидаты для сбора молозива – это отрицательные клинически здоровые животные старше трех лет. Тем не менее, учитывая способность вируса к манифестации через продолжительное время, для лучших результатов желательно воздержатся от использования молока из собственного стада.

Допускается замена на ЗЦМ и коровье молоко из стад, свободных от лейкоза. Молоко от коров также рекомендуется подвергать тепловой обработке по указанной схеме. Искусственно выращенные ягнята должны содержаться отдельно от остальных животных в стаде.

Когда ягнята и козлята достигают возраста ≥ 180 дней, группа животных должна пройти два отрицательных теста с интервалом от 8 до 12 недель перед вводом в стадо [14].

Минимальное расстояние между положительно реагирующими и отрицательными животными должно быть не менее двух метров. Барьеры между положительными и отрицательными животными должны быть не менее 2 метров, в случае с козами расстояние увеличивается до трех метров, и оборудуются преграды высотой не менее трех метров. Выпас положительных и отрицательных животных на одном пастбище и перемещение в одном транспорте увеличивает риск инфицирования и не рекомендуется. С момента последнего выпаса должно пройти не менее 7 дней. Запрещено использование одного и того же инструментария, контактирующего с выделениями и кровью животных на здоровых и больных животных. При введении в стадо новых животных рекомендовано отдельное их содержание от основного стада, пока не будут выполнены не менее двух тестов с отрицательным результатом.

Дезинфекция включает удаление твердых отходов, обработку текучим паром с использованием парогенераторов, использование препаратов фенольной группы, формальдегида, дезинфицирующих растворов с низкой pH≤4, 3–10 % растворов гипохлорида натрия, обеспечивающих деградацию ДНК [14, 15].

В зарубежных источниках не рекомендуется использование генетического материала от больных лентивирусами животных. Тем не менее, использование вспомогательных репродуктивных технологий, таких как трансплантация эмбрионов и экстракорпоральное оплодотворение, поможет получить животных, свободных от лентивирусных инфекций, от положительно реагирующих животных. Исследования показывают, что ооцит не содержит вирусов и, как правило, даже если кумулюсные клетки, окружающие ооцит, содержали вирус, инфицирования не происходит. На сегодняшний день не зафиксировано ни одного случая передачи целевых вирусов с эмбрионами, произведенными методом ЭКО [9, 28]. Этот эффект, вероятно, обусловлен несколькими факторами: Лентивирусы не связываются ни со сперматозоидами, ни с ооцитами в естественных условиях и зона пеллюцида обеспечивает защиту эмбриона. Обработка семени для ЭКО включает в себя некоторые процедуры (swim up, градиент Перколла), которые снижают риски передачи возбудителя заболевания. Данное утверждение не относится к необработанному генетическому материалу (семени), семенная плазма которого может содержать вирус [28]. Метод вспомогательных репродуктивных технологий, несмотря на эффективность, довольно дорогостоящий и может быть применен к животным, имеющим высокую племенную ценность.

Выведение генетически устойчивых к определенным болезням линий сельскохозяйственных животных является одним из многообещающих направлений в селекции сельскохозяйственных животных. Подобная работа проводится, на государственном уровне в США, Англии и других зарубежных странах. Так, в 2025 году в США Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (Food and Drug Administration) разрешило использование в промышленном свиноводстве линию свиней, устойчивую к респираторно-репродуктивному синдрому, вирусному заболеванию свиней, приносящему колоссальные убытки. Свиньи с делецией участка Scavenger receptor systeine – rich domain (SRCR5), полученные методом CRISPR-Cas9 в гене CD 163 остаются нечувствительными к заражению вирусом респираторно-репродуктивного синдрома [8]. Другие работы, направлены на получение устойчивых линий овец к возбудителю скрепи. Овцы, которые наследуют аланин в кодоне 136 и аргинин в кодонах 154 и 171 (A136 R154R171 или ARR/ARR) от обоих родителей, считаются наиболее устойчивыми к классическому скрепи. Овцы с наличием в геноме валина в кодоне 136, аргинина в кодоне 154 и глутамина в кодоне 171 (V136R154Q171 или VRQ/VRQ) считаются наиболее восприимчивыми [29]. Данные особенности указывают в паспорте животного (рис. 4).

В настоящее время за рубежом и в нашей стране ведутся работы по выявлению участков генома, ответственных за устойчивость к лентивирусным инфекциям мелкого рогатого скота. На сегодняшний день вариант гена с наибольшим потенциалом это трансмембранный белок TMEM 154 с заменой в позиции 35 (TMEM154 E35K). Другой многообещающий, хотя и более редкий, вариант гена это делеция в гене хемокинового рецептора 5 (CCR5). Специалисты ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста предложили внедрить в программы маркер ориентированной селекции анализ целевого SNP гена TMEM154 для профилактики медивисна в стадах овец [1, 24].

Заключение

Лентивирусы мелких жвачных представляют собой серьезную проблему для животноводства. Снижается мясная и молочная продуктивность; на фоне иммуносупрессии развиваются вторичные бактериальные инфекции, лечение которых представляет собой сложную задачу. Еще совсем недавно животноводам и ветеринарным врачам была представлена только одна альтернатива, когда вставал вопрос об оздоровлении неблагополучного хозяйства. На современном этапе существует много вариантов, позволяющих успешно оздоровить хозяйство и сохранить особей, представляющих племенную ценность. Одной из приоритетных целей является выведение линий, устойчивых к лентивирусам. Для успешного выполнения данной задачи необходимо изучение биологии ретровирусов и особенностей их взаимодействия с целевым организмом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ по заданию НИР FGUG-2025-0006

Литература

1. Денисков Т.Е. Анализ полиморфизма в гене TMEM154, ассоциированном с генетической резистентностью к висна-маеди, у полутонкорунных пород овец. / Т.Е. Денискова, А.В. Доцев, Н.А. Зиновьева // Ветеринария и кормление. - 2024. - № 5. - С. 26-31. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-5-6.
2. Журавлева Е.А. Висна-маеди овец. / Е.А. Журавлева, В.В. Стаффорд, Н.Ф. Хуснетдинова // Ветеринария. - 2023. - № 10. - С. 17-22. - DOI 10.30896/0042-4846.2023.26.10.17-23.
3. Журавлёва Е.А. Гематологические показатели овец и коз при лентивирусных инфекциях. / Е.А. Журавлёва // Ветеринария. - 2024. - № 11. - С. 22-27. - DOI 10.30896/0042-4846.2024.27.11.22-27.

4. О ветеринарии: Закон РФ от 14.05.1993 № 4979-1 (ред. от 28.12.2024) // Российская газета. - 1993. - 17 мая.
5. Benavides J. Impact of maedi-visna in intensively managed dairy sheep. / J. Benavides, M. Fuertes, C. Garc?a-Pariente et al. // The Veterinary Journal. - 2013. - Vol. 197. - P. 607-612. - DOI 10.1016/j.tvjl.2013.03.031.
6. Blacklaws B.A. Transmission of small ruminant lentiviruses. / B.A. Blacklaws, E. Berriatua, S. Torsteinsdottir et al. // Veterinary Microbiology. - 2004. - Vol. 101. - P. 199-208. - DOI 10.1016/j.vetmic.2004.04.006.
7. Caprine arthritis-encephalitis (CAE) and maedi-visna (MV) // OIE Terrestrial Manual. - 2017. - Chapter 2.7.2/3.
8. Clint N. Pigs lacking the SRCR5 domain of CD163 protein demonstrate heritable resistance to the PRRS virus and no changes in animal performance from birth to maturity/ / N. Clint, L. Galina Pantoja, B. Beaton, et al. // Frontiers in Genome Editing. - 2024. - Vol. 6. - DOI 10.3389/fgeed.2024.1322012.
9. Cortez-Romero C. The risk of small ruminant lentivirus (SRLV) transmission with reproductive biotechnologies: State-of-the-art review / C. Cortez-Romero, J.L. Pellerin, M.Z. Ali-Al-Ahmad et al. // Theriogenology. - 2013. - Vol. 79. - P. 1-9. - DOI 10.1016/j.theriogenology.2012.09.019.
10. Gomez-Lucia E. Modulation of the long terminal repeat promoter activity of small ruminant lentiviruses by steroids. / E. Gomez-Lucia, L. Sanjose, O. Crespo et al. // The Veterinary Journal. - 2014. - Vol. 202, № 2. - P. 323-328. - DOI 10.1016/j.tvjl.2014.08.016.
11. Kolbasova O. Isolation and Identification of Caprine Arthritis Encephalitis Virus from Animals in the Republic of Mordovia. / O. Kolbasova, T. Sevskikh, I. Titov, D. Kolbasov // Animals. - 2023. - Vol. 13, № 14. - P. 2290. - DOI 10.3390/ani13142290.
12. Illius A.W. Epidemiology and control of maedi-visna virus: Curing the flock. / A.W. Illius, K. Lievaart-Peterson, T.N. McNeilly, N.J. Savill // PLoS ONE. - 2020. - Vol. 15, № 9. - P. e0238781. - DOI 10.1371/journal.pone.0238781.
13. Lentivirus [Электронный ресурс] // ViralZone, SIB Swiss Institute of Bioinformatics. // URL: https://viralzone.expasy.org/ (дата обращения: 15.01.2024).
14. Maedi Visna (MV) Caprine Arthritis Encephalitis (CAE) Accreditation Scheme Rules & Conditions. - SAC Consulting, 2022.
15. Material safety data sheet (MSDS) for replication-defective lentiviral vectors (Biosafety level 2) / University of North Carolina Gene Therapy Center Joint Vector Laboratories. - 2018.
16. Michiels R. Comparative analysis of different serological and molecular tests for the detection of small ruminant lentiviruses (SRLVs) in Belgian sheep and goats. / R. Michiels, E. Van Mael, C. Quinet et al. // Viruses. - 2018. - Vol. 10, № 12. - P. 696. - DOI 10.3390/v10120696.
17. Michiels R. Phylogenetic analysis of belgian small ruminant lentiviruses supports cross species virus transmission and identifies new subtype B5 strains / R. Michiels, N.R. Adjadj, N. De Regge // Pathogens. - 2020. - Vol. 9, № 3. - P. 183. - DOI 10.3390/pathogens9030183.
18. Minguijon E. Small ruminant lentivirus infections and diseases. / E. Minguijon, R. Reina, M. Perez et al. // Veterinary Microbiology. - 2015. - Vol. 181. - P. 75-89. - DOI 10.1016/j.vetmic.2015.08.007.
19. Molaee V. Phylogenetic analysis of small ruminant lentiviruses in Germany and Iran suggests their expansion with domestic sheep. / V. Molaee, M. Bazzucchi, G. M. De Mia et al. // Scientific Reports. - 2020. - Vol. 10. - P. 2243. - DOI 10.1038/s41598-020-59135-8.
20. Murphy B. Tissue tropism and promoter sequence variation in caprine arthritis encephalitis virus infected goats. / B. Murphy, V. McElliott, N. Vapniarsky et al. // Virus Research. - 2010. - Vol. 151, № 2. - P. 177-184. - DOI 10.1016/j.virusres.2010.05.002.
21. Oguma K. Isolation of Maedi/Visna virus from a sheep in Japan / K. Oguma, C. Tanaka, R. Harasawa et al. // Journal of Veterinary Medical Science. - 2014. - Vol. 76, № 2. - P. 211-218. - DOI 10.1292/jvms.13-0269.
22. Querat G. Caprine Arthritis Encephalitis Virus (Retroviridae) / G. Querat, R. Vigne // Encyclopedia of Virology / eds. A. Granoff, R. G. Webster. - 2nd ed. - 1999. - P. 223-229. - DOI 10.1006/rwvi.1999.0044.
23. Ramirez H. Small ruminant Lentiviruses: Genetic variability, tropism and diagnosis. / H. Ramirez, R. Reina, B. Amorena et al. // Viruses. - 2013. - Vol. 5, № 4. - P. 1175-1207. - DOI 10.3390/v5041175.
24. Riggio S. Maedi Visna virus infection and TMEM154 genotypes in Valle del Bel?ce sheep breed. / S. Riggio, R. Di Gerlando, S. Mastrangelo et al. // Italian Journal of Animal Science. - 2023. - Vol. 22, № 1. - P. 754-759. - DOI 10.1080/1828051X.2023.2243095.
25. Rosati S. Genetic and antigenic characterization of CAEV (caprine arthritis-encephalitis virus) recombinant transmembrane protein. / S. Rosati, M. Pittau, F. Tolari et al. // Veterinary Microbiology. - 1995. - Vol. 45, № 4. - P. 363-370. - DOI 10.1016/0378-1135(94)00145-l.
26. Sardi S.I. Early Detection of goats infected with Lentivirus Small Ruminant virus by ELISA assay. / S.I. Sardi, J.A. Torres, C.F.L. Brandao et al. // Revista Ciencias Medicas e Biol?gicas. - 2012. - Vol. 11. - P. 35-40.
27. Thormar H. The origin of lentivirus research: Maedi-visna virus. / H. Thormar // Current HIV Research. - 2013. - Vol. 11, № 1. - P. 2-9. - DOI 10.2174/1570162x11311010002.
28. Vainas E. Exploitation of embryos collected from Maedi-Visna seropositive ewes during eradication programs. / E. Vainas, D. Papakostaki, V. Christodoulou et al. // Small Ruminant Research. - 2006. - Vol. 62, № 1-2. - P. 129-134. - DOI 10.1016/j.smallrumres.2005.07.039.
29. Vellema P. Verplichte inzet ARR/ARR-rammen vanaf 1 juli 2004. [in Dutch: Obligitory use of ARR/ARR rams starting 1 july 2004]. // Het Schaap. -2002. -№ 3. - P. 16-17.

Referenses

1. Deniskov T.E. Analiz polimorfizma v gene TMEM154, associirovannom s geneticheskoj rezistentnost`yu k visna-maedi, u polutonkorunny`x porod ovecz. / T.E. Deniskova, A.V. Docev, N.A. Zinov`eva // Veterinariya i kormlenie. - 2024. - № 5. - S. 26-31. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-5-6.
2. Zhuravleva E.A. Visna-maedi ovecz. / E.A. Zhuravleva, V.V. Stafford, N.F. Xusnetdinova // Veterinariya. - 2023. - № 10. - S. 17-22. - DOI 10.30896/0042-4846.2023.26.10.17-23.
3. Zhuravlyova E.A. Gematologicheskie pokazateli ovecz i koz pri lentivirusny`x infekciyax. / E.A. Zhuravlyova // Veterinariya. - 2024. - № 11. - S. 22-27. - DOI 10.30896/0042-4846.2024.27.11.22-27.
4. O veterinarii: Zakon RF ot 14.05.1993 № 4979-1 (red. ot 28.12.2024) // Rossijskaya gazeta. - 1993. - 17 maya.2024) // Rossiyskaya Gazeta.- 1993.- May 17.

Для цитирования / For citation

Журавлёва Е.А. Лентивирусы мелких жвачных: профилактика и меры борьбы. / Е.А. Журавлева, О.Е. Мальцева, Г.А. Надточей, С.В. Алексеенкова, // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.38–42.

Zhuravleva E.A. Control and prevention infections caused by Lentiviruses of small ruminants / E.A. Zhuravleva, O.E. Malceva, G.A. Nadtochey, S.V. Alexeyenkova // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.38–42.

Пресс-релиз/ Press-release

Расширен список российских поставщиков живых гидробионтов в Китай

Результатом работы, проводимой Россельхознадзором по открытию рынков зарубежных стран, стало расширение Главным таможенным управлением Китая списка российских предприятий по производству, транспортировке и хранению данной продукции живых гидробионтов, получивших одобрение для их поставок в Китай.

Право экспорта получили 13 компаний и судов:

- Мурманская область: М-0388 "Александр Машаков" ООО "Северо-западная краболовная компания", М-0139 "Ретинское" ООО "СЗРК-Мурманск", СРТМ "Арка-35" ООО "Антей Север", а также ООО "МП-Группа" и ИП Личутин А.В.;
- Приморский край: СРТ "Дмитрий Коноплев" ООО "ТРК", КС "Сергей Приходько", РШ "Пума" и ООО "Аквaферма";
- Хабаровский край: СРТМ "Ударный" ООО "Комсомольскрыбпром" и СРТМ "Андрей Басаргин" ООО "Север";
- Сахалинская область: ООО "Азияинфо";
- г. Москва: ООО "Дальневосточная краболовная компания-2" (упаковка).

Регистрация новых объектов осуществлена через китайскую информационную систему CIFER.

В настоящее время для отгрузок на китайский рынок утверждено 217 российских поставщиков.

Россельхознадзор продолжает работу по расширению перечня российских предприятий, имеющих право экспорта своей продукции в Китай.

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-9

УДК 636.598

Использование белково-витаминно-минеральной добавки в поении гусей Линдовской породы

[1,2]**Забашта Н.Н.,** доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель ИЦ "Аргус"; заведующий кафедрой, профессор, n.zabashta@bk.ru
[2]**Зверко А.М.,** ассистент, thpkubsau@mail.ru
[1,2]**Лисовицкая Е.П.,** кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры, lisovickaya.ekaterina@mail.ru
[2]**Сарбатова Н.Ю.,** кандидат технических наук, доцент, sfnu@rambler.ru
[1]ФГБНУ Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, г. Краснодар
[2]ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар

Ключевые слова: белково-витаминно-минеральная добавка, гуси, кормление, рацион питания, сохранность, прирост живой массы, мясная продуктивность.

Резюме. Использование белково-витаминно-минеральной добавки в рационе кормления гусей Линдовской породы обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, гуси Линдовской породы известны своей высокой продуктивностью и качеством мяса, что делает их популярными среди производителей и птицеводов. Однако для достижения максимальных результатов необходимо обеспечить сбалансированное питание с использованием нутриентов. Во-вторых, современные методы ведения сельского хозяйства требуют повышения эффективности производства, что невозможно без внедрения специализированных кормовых добавок. Белково-витаминно-минеральные добавки способствуют улучшению обмена веществ, повышению иммунитета, сохранности, прироста живой массы птицы. В условиях интенсивного разведения гуси часто испытывают стресс и подвержены заболеваниям, поэтому вопросы их полноценного питания приобретают особую значимость. Еще один весомый аргумент в пользу применения подобных добавок – возможность сократить расходы на кормление. Если составить рацион с точным учётом потребности птицы в витаминах и минералах, можно заметно снизить вероятность болезней, уменьшить потери поголовья, повысить рентабельность производства. Кроме того, добавки улучшают усвояемость кормов, что тоже дает экономический эффект. Качество кормления напрямую влияет как на здоровье птицы, так и на потребительские свойства продукции. Гуси, которых кормят полноценно, демонстрируют: более высокие темпы роста, лучшую мясную продуктивность, повышенное содержание полезных веществ в мясе. Это особенно ценно в свете растущего спроса на здоровую и экологически чистую пищу. Таким образом, включение белково-витаминно-минеральной добавки в рацион гусей Линдовской породы действенный способ повысить эффективность птицеводства. Такой подход позволяет укрепить здоровье птицы, увеличить её продуктивность, соответствовать актуальным рыночным требованиям. В обстановке конкуренции сельхозпроизводителям необходимо осваивать современные методы и технологии. Результаты исследования предоставляют практические инструменты, позволяющие оптимизировать систему кормления и повысить продуктивность, что является ключевым элементом устойчивого развития агропромышленного комплекса.

The use of a protein-vitamin-mineral supplement in the watering of Lindov geese

[1,2]**Zabashta N.N.,** [2]**Zverko A.M.,**
[1,2]**Lisovitskaya E.P.,** [2]**Sarbatova N.Yu.**
[1]FSBSI Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia
[2]FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Key words: protein-vitamin-mineral supplement, geese, feeding, diet, survival, live weight gain, meat productivity.

Abstract. The use of a protein-vitamin-mineral supplement in the diet of Lindov geese is driven by several key factors. First, Lindov geese are known for their high productivity and meat quality, making them popular among producers and poultry farmers. However, to achieve maximum results, a balanced diet with adequate nutrients is essential. Second, modern farming methods require increased production efficiency, which is impossible without the use of specialized feed supplements. Protein-vitamin-mineral supplements improve metabolism, immunity, survivability, and live weight gain in birds. This is especially important in intensive farming conditions, where geese are susceptible to various stresses and diseases. Third, the use of such supplements helps optimize feeding costs. A balanced diet, including essential vitamins and minerals, reduces the risk of disease and losses in livestock, which in turn increases production profitability. Furthermore, supplements improve feed digestibility, which also has a positive impact on the economy. Equally important is the impact of high-quality feeding on bird health and product quality. Geese fed a complete diet exhibit better growth performance, meat production, and nutrient content in their meat. This is especially relevant given the growing consumer interest in healthy eating and organic products. Therefore, the use of a protein-vitamin-mineral supplement in the diet of Lindov geese represents an important step toward improving the efficiency of poultry farming. This not only improves the health and productivity of the birds but also meets modern market demands. In a competitive global environment, agricultural producers must actively implement new technologies and approaches to stay afloat and ensure high product quality. This research has practical implications for optimizing feed and increasing productivity, which is essential for the sustainable development of agriculture.

Введение

Кормление сельскохозяйственных животных – одна из важнейших задач в сельском хозяйстве, особенно в птицеводстве. Гуси Линдовской породы отличаются высокой мясной продуктивностью и хорошей адаптивностью, однако их содержание требует тщательного подхода к организации питания. Грамотно составленный рацион – это не просто залог здоровья птиц, но и важнейший фактор, определяющий качество получаемой от них продукции.

При интенсивном выращивании гусей особую роль играет применение специализированных белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД). Они позволяют добиться сбалансированности питания, что критически важно на всех этапах роста и развития птицы [1, 4].

Ключевые особенности кормления гусей заключаются в том, что птицы предъявляют специфические требования к содержанию белков, витаминов и минералов в корме, дефицит или избыток этих компонентов чреват нарушениями в работе организма, снижением продуктивности и ухудшением качества мяса, недостаток белка, например, тормозит рост гусей и ослабляет их иммунную систему, повышая восприимчивость к болезням.

В современных условиях сельхозпроизводители сталкиваются с необходимостью повышать эффективность производства. Это обусловлено: возрастающими требованиями потребителей к качеству продукции, потребностью сокращать затраты на кормление в условиях рыночной конкуренции [2, 6].

Кроме того, гуси Линдовской породы склонны к стрессам, вызванным особенностями содержания и кормления. Такие факторы способны замедлить их рост и развитие. Поэтому при составлении рациона важно учитывать не только количество, но и качество питательных веществ. БВМД оптимизируют обменные процессы, повышают сохранность поголовья.

Для достижения оптимальных результатов необходимо разрабатывать рационы, максимально соответствующие физиологическим потребностям гусей [5, 8].

Результаты современных исследований подтверждают, что использование БВМД заметно улучшает показатели роста и общего состояния здоровья гусей.

Таким образом, актуальность темы использования белково-витаминно-минеральной добавки в рационе кормления гусей Линдовской породы не вызывает сомнений. Это исследование имеет практическое значение для оптимизации кормления и повышения продуктивности птицы. Учитывая все вышесказанное, можно утверждать, что внедрение эффективных кормовых добавок является необходимым шагом для достижения высоких результатов в птицеводстве и обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства в целом [3, 7].

Целью исследований было использование белково-витаминно-минеральной добавки в поении гусей Линдовской породы.

Для достижения цели к изучению были поставлены задачи:

– установить возможности использования белково-витаминно-минеральной добавки в системе поения гусей Линдовской породы;

– определить оптимальную дозу использования белково-витаминно-минеральной добавки в поения гусей;

– определить эффективность белково-витаминно-минеральной добавки в лабораторных условиях для подтверждения положительного влияния на рост, развитие и общую мясную продуктивность гусей.

Методика исследований

При современных методах ведения сельского хозяйства необходима оптимизация кормления и современные подходы введении птицеводства. Гуси Линдовской породы требуют сбалансированного питания, для достижения высоких показателей мясной продуктивности. Использование специализированных добавок, таких как белково-витаминно-минеральная добавка "Инновейшен-БАК", может значительно улучшить показатели продуктивности птицы [4, 9].

Производителем белково-витаминно-минеральной добавки "Инновейшен-БАК" являться ООО "Инновейшен". Это продукт гидролизно-кавитационный переработки личинок афроамериканской мухи черная львинка (Hermetia illucens). БВМД содержит биологически активные компоненты: среднецепочечную лауриновую жирную кислоту (до 60 % от состава жировой фракции), антимикробные пептиды, обладающие антибактериальной, антигрибковой и антивирусной активностью. БВМД будет эффективным средством профилактики против бактериальных патогенов, устойчивых к антибиотикам, усиления иммунитета, повышения мясной продуктивности гусей.

Опыт по определению использования белково-витаминно-минеральной добавки для выращивания гусей на мясо был произведен в республике Адыгея, Кошехабельского района, в "КФХ Папфоф". Были сформированы 4 группы суточных гусят путем подбора аналогов. В каждой группе находилось по 35 голов. Данный опыт был проведен для определения оптимальной эффективной дозировки БВМД. Белково-витаминно-минеральную добавку использовали в системе поения гусей из индивидуальных поилок, находящихся в каждой группе [4, 5]. Первая группа являлась контрольной, а 2, 3, 4 группы опытными (табл.). Опыт проводили в течение 65 дней, в ходе проведения опыта каждые 7 дней определяли живую массу в каждой группе, учитывались ростовые показатели сохранность и состояние гусей.

Таблица. Схема проведения научного опыта по определению оптимальной дозы использования БВМД
Table. Scheme of conducting a scientific experiment to determine the optimal dose of BVMD use

Группа	Периоды выращивания гусей, день		
	1–14	15–42	43–65
1. Контрольн.	ОР	ОР	ОР
2. Опытная	ОР+БВМД 25 мл/на10 л воды	ОР+БВМД 50 мл/на10 л воды	ОР+БВМД 75 мл/на10 л воды
3. Опытная	ОР+БВМД 50 мл/на10 л воды	ОР+БВМД 75 мл/на10 л воды	ОР+БВМД 100 мл/на10 л воды
4. Опытная	ОР+БВМД 75 мл/на10 л воды	ОР+БВМД 100 мл/на10 л воды	ОР+БВМД 125 мл/на10 л воды

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведенного исследования было установлено, что использование белково-витаминно-минеральной добавки в рационе кормления гусей Линдовской породы оказало значительное влияние на их рост, развитие и общую мясную продуктивность. Опытные группы, получившие белково-витаминно-минеральную добавку, показали более высокие результаты по сравнению с контрольной группой, чем подтверждено положительное влияние добавки на здоровье, сохранность, ростовые показатели и мясную продуктивность птицы.

В течение 9–10 недель наблюдений гуси опытных групп показали значительно выраженный прирост живой массы и продемонстрировали выраженную положительную реакцию на включение БВМД в рацион. По итогам наблюдений средняя живая масса гусей в этих группах превысила показатели контрольной группы на 25 %. Данный результат указывает на активизацию обменных процессов и улучшение усвоения питательных веществ под влиянием добавки.

Сравнение продуктивности также показало явные преимущества опытной группы. Гуси, получавшие добавку, имели более высокий выход мяса – на 20 % больше по сравнению с контрольной группой. Это связано с улучшением общего состояния здоровья птицы и их способности к более эффективному усвоению питательных веществ. К тому же, в опытных группах наблюдалось более высокая сохранность, что указывает на укрепление иммунной системы гусей.

Качество мяса гусей, из опытных группах, также оценивалось как более высокое. Мясо было более нежным и сочным, что подтверждается результатами органолептической оценки. Это связано с лучшей усвояемостью питательных веществ и сбалансированным содержанием аминокислот и витаминов в рационе.

Экономический анализ показал, что использование белково-витаминно-минеральной добавки в системе поения гусей имело более высокую экономическую эффективность при выращивании гусей на мясо.

Исходя из результатов исследований сохранность, ростовые показатели, снижение затрат корма на 1 кг живой массы, выход продукции компенсировали затраты на использование БВМД. В итоге рентабельность производства гусиного мяса в опытных группах была выше на 20–25 %, что свидетельствует о экономической эффективности использования добавки.

Проведенное исследование демонстрирует существенную роль сбалансированного питания в выращивании гусей Линдовской породы. Применение белково-витаминно-минеральной добавки оказывает комплексное положительное воздействие, стимулирует рост и развитие птицы, укрепляет ее здоровье и повышает мясную продуктивность. Полученные данные подчеркивают ключевую значимость витаминно-минерального комплексов в рационе птиц.

В контрольной группе, где добавка не использовалась, наблюдалось замедление роста и снижение общей продуктивности, обусловленное дефицитом необходимых питательных веществ. Это подтверждает необходимость внедрения научно обоснованных методов кормления в птицеводческой практике.

Результаты исследования указывают на важность тщательной разработки рационов на предприятиях. Внедрение специализированных добавок может стать фактором в повышении эффективности производства высококачественного сырья.

Таким образом, включение белково-витаминно-минеральной добавки в рацион гусей Линдовской породы представляет собой обоснованный и результативный подход, позволяющий существенно улучшить показатели продуктивности и качества мясной продукции.

Заключение

Полученные в ходе исследования результаты указывают на необходимость продолжения работы в данном направлении. Будущие работы могут сосредоточиться на долгосрочных эффектах использования добавок, а также на их влиянии на другие параметры здоровья и продуктивности гусей.

Литература

1. Гильманова, Г.Э. Использование гепатопротектора в гусеводстве / Г.Э. Гильманова, Д.Д. Хазиев // В сборнике: Инновационные технологии производства и переработка продуктов животноводства, птицеводства, пчеловодства и рыболовства в Республике Таджикистан. - 2023. - С. 126-133.
2. Гусеводство России. Практическое руководство / Р.Р. Гадиев и др. - Уфа: Белая река, 2016. - 223 с.
3. Гришина, Д.С. Сравнительная оценка гусей генофондного стада по экстерьеру / Д.С. Гришина, И.П. Жаркова // Владимирский земледелец. - 2020. - №3(93). - С. 64-68.
4. Забашта, Н.Н. Оценка качественных характеристик мяса гусей Линдовской породы / Н.Н. Забашта, А.М. Зверко // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ. - Краснодар, 2023. - С. 94-97.
5. Зверко, А.М. Витаминный состав гусиного мяса / А.М. Зверко // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год. - Краснодар, 2025. - С. 434-435.
6. Мясное птицеводство в регионах России: современное состояние и перспективы инновационного развития / В.И. Фисинин и др. // Аграрная наука. - 2018. - № 2. - С. 30-38.
7. Продуктивность гусей родительского стада при использовании гепатопротекторного комплекса / Г.Э. Гильманова и др. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2023. - № 1(72). - С. 247-250.
8. Хазиев, Д.Д. Эффективность влияния БАВ на качество пищевых яиц / Д.Д. Хазиев // Мичуринский Агрономический Вестник. - Вып.1. - Мичуринск: Агропищепром, 2022. - С. 12-16.
9. Productive Qualities of Geese When Crossing Breeds and Using Hepatoprotective Complex / D.D. Khaziev et al. // Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology. - 2023. - Vol.339, № 5. -P. 1-9. DOI: 10.1002/jez.2695.

References

1. Gil`manova, G.E`. Ispol`zovanie gepatoprotektora v gusevodstve / G.E`. Gil`manova, D.D. Xaziev // V sbornike: Innovacionny`e texnologii proizvodstva i pererabotka produktov zhivotnovodstva, pticevodstva, pchelovodstva i ry`bolovstva v Respublike Tadzhikistan. - 2023. - S. 126-133.
2. Gusevodstvo Rossii. Prakticheskoe rukovodstvo / R.R. Gadiev i dr. - Ufa: Belaya reka, 2016. - 223 s.
3. Grishina, D.S. Sravnitel`naya ocenka gusej genofondnogo stada po e`kster`eru / D.S. Grishina, I.P. Zharkova // Vladimirskij zemledelecz. - 2020. - №3(93). - S. 64-68.
4. Zabashta, N.N. Ocenka kachestvenny`x xarakteristik myasa gusej Lindovskoj porody` / N.N. Zabashta, A.M. Zverko // Sovremenny`e aspekty` proizvodstva i pererabotki sel`skoxozyajstvennoj produkcii: sbornik statej po materialam VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhennoj 20-letiyu kafedry` texnologii xraneniya i pererabotki zhivotnovodcheskoj produkcii Kubanskogo GAU. - Krasnodar, 2023. - S. 94-97.
5. Zverko, A.M. Vitaminny`j sostav gusinogo myasa / A.M. Zverko // Sbornik statej po materialam ezhegodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2024 god. - Krasnodar, 2025. - S. 434-435.
6. Myasnoe pticevodstvo v regionax Rossii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy` innovacionnogo razvitiya / V.I. Fisinin i dr. // Agrarnaya nauka. - 2018. - № 2. - S. 30-38.
7. Produktivnost` gusej roditel`skogo stada pri ispol`zovanii gepatoprotektornogo kompleksa / G.E`. Gil`manova i dr. // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2023. - № 1(72). - S. 247-250.
8. Xaziev, D.D. E`ffektivnost` vliyaniya BAV na kachestvo pishhevy`x yaicz / D.D. Xaziev // Michurinskij Agronomicheskij Vestnik. - Vy`p.1. - Michurinsk: Agropishheprom, 2022. - S. 12-16.

Для цитирования / For citation

Использование белково-витаминно-минеральной добавки в поении гусей Линдовской породы / Забашта Н.Н., Зверко А.М., Лисовицкая Е.П., Сарбатова Н.Ю. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.43–45.

The use of a protein-vitamin-mineral supplement in the watering of Lindov geese / Zabashta N.N., Zverko A.M., Lisovitskaya E.P., Sarbatova N.Yu. // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.43–45.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-10

УДК 636.085:577.17

Гормональный статус, показатели крови и продуктивность бычков герефордской породы при различной технологии зимнего содержания

[1]**Завьялов О.А.,** доктор биологических наук, oleg-zavyalov83@mail.ru,
[1]**Фролов А.Н.,** доктор биологических наук, forleh@mail.ru,
[1,2]**Галиева З.А.,** кандидат сельскохозяйственных наук, zulfia2704@mail.ru,
[1,2]**Миронова И.В.,** доктор биологических наук, mironova_irina-v@mail.ru,
[1]ФГБНУ "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук", г. Оренбург
[2]ФГБОУ ВО "Башкирский государственный аграрный университет", г. Уфа

Ключевые слова: бычки герефордской породы, привязное содержание, беспривязное содержание, гормональный статус, волосы, кортизол, хронический стресс, продуктивность, зимний период, кровь.

Резюме. Исследование оценивало влияние привязного (ПС) и беспривязного (БС) зимнего содержания (ноябрь-январь, температура до -20° С) на гормональный статус (анализ волос), показатели крови и продуктивность бычков герефордской породы (n=30, возраст 15–18 мес.) с целью выявления уровня хронического стресса и его последствий. У животных при БС зафиксировано достоверное повышение в волосах маркеров хронического стресса (кортизола и адреналина). Одновременно наблюдалось достоверное снижение концентраций ключевых анаболических и метаболических гормонов (тестостерона, соматотропина, инсулина, фолликулостимулирующего гормона и эстрадиола). Биохимические показатели крови при БС показали снижение уровня энергетических и пластических субстратов: глюкозы, общего белка, холестерина, триглицеридов, кальция и мочевой кислоты, что указывает на метаболическое напряжение. В гематологическом профиле при БС отмечалось снижение концентрации гемоглобина и средней концентрации клеточного гемоглобина на фоне повышения общего количества лейкоцитов и тромбоцитов. Оксидативный стресс при БС подтверждался достоверным повышением уровня малонового диальдегида и снижением активности супероксиддисмутазы. Наиболее значимым практическим результатом явилось достоверно лучшее развитие бычков при ПС: живая масса в 18 мес. составила 521,3±5,43 кг против 504,6±5,84 кг при БС (+3 %, p≤0.05), а среднесуточный прирост живой массы был значительно выше (1189±18,12 г против 1011±19,03 г, +18 %, p ≤0.001). Выводы: анализ гормонов в волосах доказал свою эффективность для мониторинга долгосрочного воздействия технологий содержания. В условиях экстремальных зимних температур БС (с выгулом) вызвало выраженный хронический стресс, проявляющийся гиперактивацией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси (ГГН-ось), метаболическими нарушениями и оксидативным стрессом, что привело к значительному снижению продуктивности бычков по сравнению с ПС. Привязная система минимизировала стрессовую нагрузку и обеспечила лучшие условия для роста в данных условиях.

Hormonal status, blood parameters and productivity of Hereford bull calves with various winter maintenance technologies

[1]**Zavyalov O.A.,** [1]**Frolov A.N.,**
[1,2]**Galieva Z.A.,** [1,2]**Mironova I.V.**
[1]Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg
[2]Bashkir State Agrarian University, Ufa

Key words: Hereford bulls, tethered housing, loose housing, hormonal status, hair, cortisol, chronic stress, productivity, winter period, blood.

Abstract. The study evaluated the effect of tethered (TS) and loose (LS) winter housing (November-January, temperature down to -20°C) on the hormonal status (hair analysis), blood parameters, and productivity of Hereford bulls (n=30, age 15–18 months) to identify the level of chronic stress and its consequences. Animals under LS showed a significant increase in hair markers of chronic stress (cortisol and adrenaline). Simultaneously, a significant decrease in the concentrations of key anabolic and metabolic hormones (testosterone, somatotropin, insulin, follicle-stimulating hormone, and estradiol) was observed. Blood biochemical parameters under LS indicated a decrease in the level of energy and plastic substrates: glucose, total protein, cholesterol, triglycerides, calcium, and uric acid, pointing to metabolic strain. In the hematological profile under LS, a decrease in hemoglobin concentration and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) was noted against a background of an increase in the total number of leukocytes and platelets. Oxidative stress under LS was confirmed by a significant increase in malondialdehyde level and a decrease in superoxide dismutase activity. The most significant practical result was the significantly better development of bulls under TS: live weight at 18 months was 521,3±5,43 kg versus 504,6±5,84 kg under LS (+3 %, p ≤0,05), and the average daily live weight gain was significantly higher (1189±18,12 g versus 1011±19,03 g, +18 %, p ≤0,001). Conclusions: Hormone analysis in hair proved effective for monitoring the long-term impact of housing technologies. Under extreme winter temperatures, LS (with exercise yards) caused pronounced chronic stress, manifested by hyperactivation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis (HPA axis), metabolic disorders, and oxidative stress, which led to a significant decrease in bull productivity compared to TS. The tethering system minimized the stress load and provided better growth conditions under these conditions.

Введение

Актуальность создания надежных системных методов оценки гормонального статуса продуктивных животных связана с потребностью в точной диагностике метаболических сбоев и, что особенно важно, хронического стресса разного происхождения [1]. Хронический стресс – ключевой ограничивающий фактор в современных интенсивных системах животноводства, однако его причины и сила сильно различаются в зависимости от применяемых технологий. При содержании КРС особую трудность представляет оценка стрессовой нагрузки на первый взгляд, в более комфортабельных беспривязных (групповых) системах. Традиционно главным источником хронического стресса считается привязное содержание с его жестким ограничением движений и социальной изоляцией. Оно действительно вызывает стойкое повышение базового уровня кортизола и гиперреактивность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси (ГГН-ось) [2], что может подавлять гипоталамо-гипофизарно-гонадную ось и негативно влиять на соматотропную функцию и метаболические гормоны [3]. Тем не менее, беспривязное (групповое) содержание, несмотря на предоставление большей свободы передвижения и социальных контактов, создает принципиально иные, но столь же значимые стрессоры. Постоянная необходимость установления и поддержания иерархии, неизбежные агрессивные взаимодействия, конкуренция за доступ к жизненно важным ресурсам (корм, вода) и, в особенности, практика частых перегруппировок формируют хронический фон социального стресса. Этот аспект часто недооценивается, хотя именно он может быть причиной повышенного и нестабильного уровня кортизола у значительной части стада. Возможность социальных контактов вместо однозначного положительного эффекта может нести постоянную угрозу конфликтов. Более того, стресс от социальной нестабильности и конкуренции способен нейтрализовать потенциальные плюсы большей двигательной активности, негативно воздействуя на те же регуляторные оси (гонадную, соматотропную, метаболическую), что и стресс при привязном содержании [4]. Следовательно, оценка гормонального статуса при беспривязной технологии требует особого внимания к маркерам именно социального стресса и его накопительному эффекту.

Для решения этой задачи необходима разработка новых и совершенствование существующих методов мониторинга гормонального статуса КРС, включая поиск информативных биосубстратов для его оценки. Одним из перспективных и малоизученных материалов для таких исследований являются волосы. Волосы как биосубстрат лишены многих недостатков традиционных методов (анализ крови, мочи и т.д.) и обладают уникальными преимуществами для оценки долгосрочного гормонального фона, что особенно ценно при разных технологиях содержания. Отбор проб волос технически прост, неинвазивен, не вызывает стресса у животного и легко осуществим, как при привязном (во время рутинных ветпроцедур), так и при беспривязном содержании (например, при проходе через раскол). Образцы волос стабильны, не требуют сложных условий хранения и транспортировки, сохраняя информативность годами. Однако ключевое преимущество – ретроспективность: гормоны включаются в растущий волос из кровотока, формируя своеобразный "календарь", отражающий усредненную концентрацию гормонов за недели и месяцы до отбора пробы [5]. Это позволяет оценивать хронические изменения гормонального фона и долгосрочное воздействие специфических факторов среды данной технологии содержания (например, хронический стресс от ограничения движений при привязи или социальные стрессы в больших группах), сглаживая влияние краткосрочных колебаний.

Актуальность использования волос, как биоматрицы для оценки гормонального статуса у бычков при различных системах содержания возрастает ввиду крайне ограниченного числа комплексных исследований, применяющих этот метод именно в данном контексте. Несмотря на растущее признание анализа волос как информативного биомаркера хронического стресса и долгосрочного гормонального фона у животных, его применение в сравнительных исследованиях систем содержания КРС, особенно мясных бычков, остается фрагментарным и недостаточным. Это создает существенный пробел в

Таблица 1. Биохимические показатели крови бычков герефордской породы в зависимости от технологии содержания (M±SE)
Table 1. Blood biochemical parameters of Hereford bulls depending on housing technology (M±SE).

Показатели	Технология содержания (группа)	
	Привязная (Группа I)	Беспривязная (Группа II)
Глюкоза, ммоль/л	3,12±0,083	2,87±0,089*
Общий белок, г/л	89,28±2,77	81,90±2,13*
Альбумин, г/л	40,59±2,01	37,23±1,23
АЛТ, Ед/л	30,25±1,41	33,22±1,32
АСТ, Ед/л	100,16±4,49	98,74±4,60
Билирубин общ., мкмоль/л	3,17±0,208	2,88±0,139
Холестерин, ммоль/л	3,93±0,172	3,38±0,189*
Триглицериды, ммоль/л	0,500±0,027	0,43±0,017*
Мочевина, ммоль/л	5,87±1,21	5,86±0,636
Креатинин, мкмоль/л	89,13±8,93	83,44±8,61
Мочевая кислота, мкмоль/л	29,04±1,19	24,74±1,62*
Железо,мкмоль/л	32,07±4,09	30,50±0,058
Магний,ммоль/л	1,05±0,048	0,99±0,020
Кальций, ммоль/л	1,94±0,252	1,28±0,184*
Фосфор, ммоль/л	1,99±0,205	1,86±0,313

Примечание: * – при P≤0,05 (критерий Стьюдента).

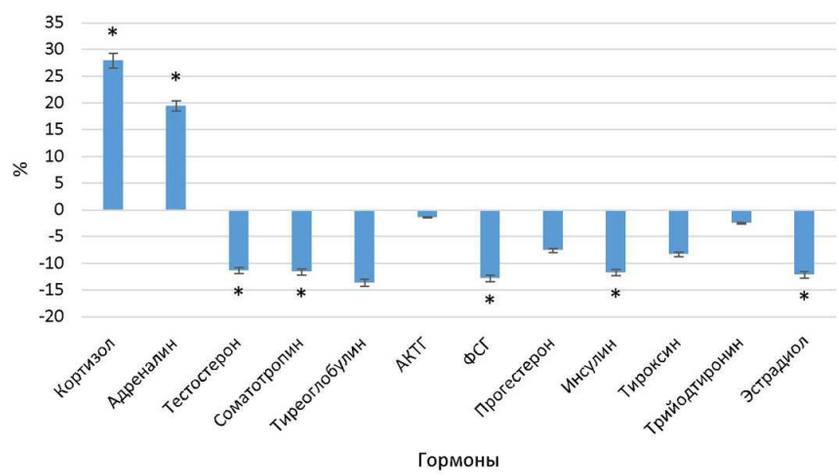


Рисунок 1. Кратность отклонения (%) концентраций гормонов в волосах бычков герефордской породы (18 мес.) при беспривязном содержании (группа II) относительно привязного (группа I)
Figure 1. Relative deviation (%) of hormone concentrations in hair of Hereford bulls (18 months) under loose housing (Group II) compared to tethered housing (Group I).

знаниях и определяет научную и практическую значимость новых изысканий в данной области.

В связи с этим основная цель настоящего исследования заключалась в оценке влияния уровня хронического стресса при привязном и беспривязном содержании на показатели продуктивности и показатели крови бычков герефордской породы.

Материалы и методы исследований

Содержание животных и экспериментальные исследования проводились в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской ассамблеи государств – участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (Постановление МО государств – участников СНГ от 31.10.2007 № 29-17), Руководство по работе с лабораторными животными (http://fncbst.ru/?page_id=3553). Исследование было проведено с целью свести к минимуму страдания животных и сократить количество испытуемых.

Объектом исследования являлись бычки аналоги герефордской породы в возрасте 15–18 месяцев (n=30; живая масса – 412,9±5,11 кг). Животные были разделены на две группы (n=15) в зависимости от технологии содержания в период заключительного откорма (привязная и беспривязная). Исследования выполнялись в период стойлового содержания (ноябрь-январь).

Привязное содержание характеризовалось размещением животных в неотапливаемом помещении со стенами и крышей выполненными из железобетонных конструкций с фиксацией на привязи. Длина стойла (2,0 метра), позволяла животному свободно ложиться, вставать и сделать шаг вперед или назад. Ширина стойла (1,3 метра) обеспечивала комфортное положение, лежа по всей длине. Передняя часть стойла оборудована кормовым столом, задняя – навозным желобом. Ключевым элементом системы являлась привязь (цепь на шее), которая крепилась спереди к металлической трубе. Конструкция и длина привязи обеспечивала животному возможность свободно ложиться и вставать, легко дотягиваться до кормушки и поилки, а также вытягивать шею вперед и вбок в положении лежа. Покрытие пола – уложенные поверх бетонной стяжки сплошные доски. Уборка навоза производилась два раза в сутки скребком в транспортерный желоб. Кормление осуществлялось путем раздачи кормов на кормовой стол с помощью мобильного кормораздатчика. Поение обеспечивалось путем постоянного доступа к индивидуальным автопоилкам чашечно-клапанного типа. Температура, режим освещения и влажность воздуха в помещении не контролировались.

Беспривязная технология содержания предусматривала содержание животных в железобетонных помещениях со свободным выходом на выгульно-кормовую площадку. Норма площади внутри помещения составляла 6–8 м^2 на голову. Полы в помещении застилались глубокой несменяемой подстилкой (солома), которая добавлялась по мере загрязнения. Животные содержались в секциях по 50 голов. Кормление бычков осуществлялось на выгульно-кормовых площадках, примыкающих к помещениям, куда животные имели свободный выход. В центре кормовых площадок были оборудованы курганы из глины, которые застилались несменяемой подстилкой из соломы. Норма площади выгула составляла 25 м^2 на голову. На площадке был организован кормовой стол (фронт кормления – 80 см на голову; высота барьера – 60 см). Кормовые площадки были оборудованы групповыми автопоилками с подогревом воды из расчёта одна поилка на секцию. Водозабор осуществлялся через скважину.

Таблица 2. Морфологические показатели крови бычков герефордской породы в зависимости от технологии содержания (M±SE)
Table 2. Blood morphological parameters of Hereford bulls depending on housing technology (M±SE).

Показатели	Технология содержания (группа)	
	Привязная (Группа I)	Беспривязная (Группа II)
Количество лейкоцитов, $\times10^9$/л	9,92±0,337	11,20±0,483*
Нейтрофилы, $\times10^9$/л	2,64±0,399	3,61±0,374
Лимфоциты, $\times10^9$/л	4,76±0,972	5,64±0,425
Моноциты, $\times10^9$/л	0,592±0,167	0,725±0,109
Эозинофилы, $\times10^9$/л	0,888±0,126	1,17±0,316
Базофилы, $\times10^9$/л	0,041±0,001	0,052±0,009
Эритроциты, $\times10^{12}$/л	5,93±0,331	5,22±0,275
Концентрация гемоглобина, г/л	121,28±1,92	113,71±2,95*
Гематокрит, %	30,34±1,43	27,15±1,15
Средний объём эритроцитов, фл	43,48±1,16	43,53±0,377
Средний корпускулярный гемоглобин, пг	18,38±0,801	16,66±0,898
Средняя концентрация клеточного гемоглобина, г/л	378,33±7,04	336,38±9,51*
Точность повторения ширины распределения эритроцитов, %	15,71±0,539	15,11±0,408
Ширина распределения эритроцитов, фл	26,89±0,443	25,63±0,513
Количество тромбоцитов, $\times10^9$/л	296,94±10,48	338,14±15,36*

Примечание: * – при P≤0,05 (критерий Стьюдента).

Таблица 3. Антиоксидантный статус бычков герефордской породы в зависимости от технологии содержания, % (M±SE)
Table 3. Antioxidant status of Hereford bulls depending on housing technology, % (M±SE).

Показатели	Технология содержания (группа)	
	Привязная (Группа I)	Беспривязная (Группа II)
Малоновый диальдегид, мкМ	35,64±0,807	38,71±0,756*
Супероксиддисмутаза, ед/мг белка	44,35±0,983	41,55±0,845*
Каталаза, ед/мг белка	37,76±0,63	39,44±0,715

Примечание: * – при P≤0,05 (критерий Стьюдента).

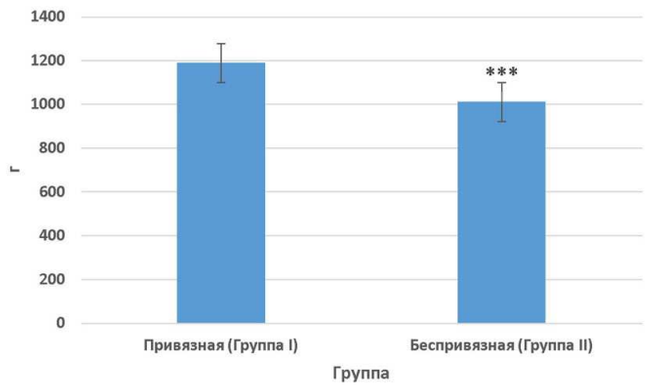


Рисунок 2. Среднесуточные приросты бычков герефордской породы в зависимости от технологии содержания в период 15-18 мес., г
Figure 2. Average daily weight gains of Hereford bulls depending on housing technology during the 15-18 month period, g.

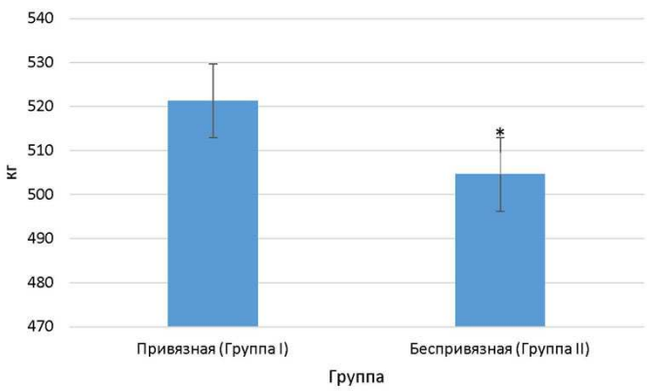


Рисунок 3. Живая масса бычков герефордской породы в зависимости от технологии содержания в возрасте 18 мес., кг
Figure 3. Live weight of Hereford bulls depending on housing technology at 18 months of age, kg.

Рационы кормления животных обеих групп были идентичными. Основу кормления бычков составлял полносмешанный рацион, который раздавался 3 раза в день. В состав полносмешанного рациона входили концентраты (дробленая кукуруза, ячмень, премикс) в количестве 60 %, грубые и сочные корма (сено из суданской травы, сенаж люцерны) в количестве 40 %. В этих кормах содержалось (% от сухого вещества): обменной энергии – 10.3–10.5 МДж; сырого протеина – 12.0–12.5 %, сырой клетчатки – 15.0–16.0 %, безазотистых экстрактивных веществ – 48–54 %. Состав основного рациона исследуемых животных был идентичным и составлялся в соответствии со стандартами кормления, установленными для быков в период откорма 15–18 месяцев [6]. Животные не получали никаких дополнительных гормональных препаратов.

Температура воздуха в период проведения исследования составляла: в ноябре – средняя дневная: -5°С до -10°С, ночная: -10°С до -15°С; в декабре – средняя дневная: -8°С до -12°С, ночная: -13°С до -18°С; в январе – средняя дневная: -10°С до -14°С, ночная: -15°С до -20°С. Внутри помещения на 6–10 градусов выше, чем снаружи.

Все лабораторные исследования осуществлялись в центре коллективного пользования ФНЦ БСТ РАН, г. Оренбург.

Результаты исследований

Проведенное исследование выявило существенное влияние технологии содержания (ПС и БС) на широкий спектр физиологических показателей и продуктивность бычков герефордской породы в условиях зимнего стойлового откорма (ноябрь-январь) при низких температурах окружающей среды (от -5°С до -20°С).

Останавливаясь на отдельных аспектах, следует отметить, что у животных при БС зафиксировано достоверно более высокое содержание в волосах маркеров хронического стресса (рис. 1).

В частности, было зафиксировано достоверное увеличение уровня кортизола – на 28 % (р ≤0,05) и адреналина – на 19 % (р ≤0,05) по сравнению с группой ПС. Параллельно в группе БС наблюдалось достоверное снижение концентраций в волосах ключевых анаболических и метаболических гормонов: тестостерона – на 11% (р ≤0,05), соматотропина – на 12 % (р ≤0,05), инсулина – на 12 % (р ≤0,05), фолликулостимулирующего гормона – на 13 % (р ≤0,05) и эстрадиола – на 12 % (р ≤0,05). Концентрации тироксина и трийодтиронина также имели тенденцию к снижению во II группе.

Биохимические и гематологические показатели подтвердили напряжение метаболизма у бычков с БС (табл. 1, 2).

Выявлено снижение уровня энергетических и пластических субстратов: глюкозы и общего белка – на 8 % (р ≤0,05), холестерина – на 14 %; (р ≤0,05), триглицеридов – на 14% (р ≤0,05), а также резкое снижение кальция – на 34 % (р ≤0.05) и мочевой кислоты – на 15 % (р ≤0.05).

В морфологических показателях крови бычков II группы отмечалось снижении концентрации гемоглобина – на 6 % (р ≤0,05), средней концентрации клеточного гемоглобина – на 11 % (р ≤0.05), что фиксировалось на фоне увеличения общего количества лейкоцитов – на 13 % (р ≤0.05) и тромбоцитов – на 14 % (р ≤0.05).

У бычков, содержащихся БС, отмечен дисбаланс в системе перекисное окисление липидов-антиоксидантная защита (табл. 3).

Было установлено, что живая масса бычков I группы в возрасте 18 мес. составила 521,3±5,43 кг против 504,6±5,84 кг во II группе (+3 %, р ≤0,05), а среднесуточный прирост живой массы – 1189±18,12 г против 1011±19,03 г (+18 %, р ≤0,001).

Обсуждение результатов

Настоящее исследование продемонстрировало, что технология содержания является критическим фактором, формирующим физиологический статус и продуктивность бычков герефордской породы в условиях зимнего откорма при экстремально низких температурах (до -20° С). Полученные данные свидетельствуют о развитии выраженного хронического стресса у животных при БС с выгулом, что стало системообразующим фактором негативных физиологических сдвигов и снижения продуктивности по сравнению с привязным содержанием.

Комплекс выявленных изменений у бычков при БС представляет собой классическую картину дисрегуляции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси под действием пролонгированного стрессора. Резкое повышение концентраций кортизола и адреналина в волосах является прямым доказательством хронической активации стресс-реакции [7]. Важно подчеркнуть, что анализ гормонов в волосах отражает кумулятивное воздействие за период роста волоса (недели/месяцы), что делает эти показатели высокоинформативными для оценки именно хронического стресса, в отличие от разовых замеров в крови или слюне. Сопутствующее значимое снижение тестостерона, соматотропина и инсулина отражает катаболическую направленность метаболизма, индуцированную хронически высоким кортизолом [8]. Кортизол антагонистически воздействует

на соматотропин и тестостерон, подавляя синтез IGF-1 и мишени mTOR-пути, ключевые для мышечного роста [9]. Снижение ФСГ и эстрадиола также указывает на подавление репродуктивной оси, часто наблюдаемое при длительном стрессе [10].

Напряжение энергетического обмена (снижение глюкозы, холестерина, триглицеридов) и белкового синтеза (снижение общего белка, альбумина) – прямое следствие действия кортизола, активирующего глюконеогенез и протеолиз для обеспечения энергетических потребностей стресс-реакции. Гипокальциемия может быть связана, как с нарушением всасывания витамина D под влиянием стресса, так и с перемещением кальция в ходе клеточных стрессовых ответов [11].

Хотя ограничение подвижности традиционно рассматривается как потенциальный стрессор [8], в экстремальных холодовых условиях оно оказалось менее деструктивным. Защищенное помещение минимизировало воздействие основного физического стрессора – холода. Индивидуальный доступ к корму и воде устранил конкурентный стресс. Предсказуемая среда снизила психологическую нагрузку. Это позволило поддерживать гомеостаз гормонов в пределах адаптивной нормы, несмотря на ограничения. Сочетанное действие множественных стрессоров привело к хронической гиперстимуляции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая оси. Физические стрессоры (холод до -20° С, ветер и влажность на выгуле) требовали повышенных энергозатрат на терморегуляцию. Даже кратковременные выходы на выгул для кормления (3 раза в день) были достаточны для запуска стресс-реакции, которая не успевала нивелироваться в периоды отдыха в помещении [12]. Глиняные курганы с соломой лишь частично смягчали этот фактор. Групповое содержание (50 голов/секция) неизбежно создавало конкуренцию у кормового стола (несмотря на норму фронта кормления) и поилок, формировало иерархические конфликты, ограничивало возможности для полноценного отдыха без помех [13].

Системные физиологические последствия хронического стресса, помимо гормонального дисбаланса и метаболических сдвигов, проявились на уровне кроветворения и иммунитета. Хронический кортизол угнетает эритропоэз и может нарушать метаболизм железа, а обусловленный этим энергодефицит ограничивает синтез гема и глобина, а также нарушает лейкоцитоз и тромбоцитоз [14].

Результаты исследований, свидетельствующие о снижении живой массы бычков при беспривязном способе содержания, являются прямым следствием описанного физиологического дисбаланса. Энергия и питательные вещества кормов в условиях хронического стресса перенаправляются на следующие функции: поддержание термогенеза (борьба с холодом на выгуле); обеспечение повышенных метаболических потребностей стресс-реакции (синтез глюкозы, белков острой фазы); компенсацию оксидативных повреждений и поддержание иммунной активности. В таких условиях ресурсов для анаболизма (мышечного роста) становится критически недостаточно [15]. Подавление соматотропина, тестостерона и инсулина – ключевых драйверов гипертрофии мышечных волокон – окончательно блокирует потенциал роста, что нашло свое подтверждение в результатах нашего исследования.

Выводы

Анализ гормонов в волосах доказал свою эффективность для мониторинга долгосрочного воздействия технологий содержания. В условиях экстремальных зимних температур привязная система минимизирует хронический стресс и поддерживает оптимальный гормональный фон для роста бычков, тогда как беспривязное содержание с выгулом приводит к выраженной гормональной дисрегуляции и снижению продуктивности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 24-16-00093

Литература

1. Мясная продуктивность и качество мяса бычков абердин-ангусской породы при различном уровне эстрадиола в сыворотке крови / Завьялов О.А. и др. // Ветеринария и кормление. - 2025. - №1. - С. 43-47. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-1-9.
2. Broom, D.M. Welfare in relation to feelings, stress and health / D.M. Broom // Red meat science and production: Volume 1: Animal production and welfare. - 2007. - Vol. 12B. - P. 1-19.
3. Bures, D. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages / D. Bures, L. Barton // Czech J. Anim. Sci. - 2012. - Vol. 57, №1. - P. 34-43.
4. Фролов, А.Н. Оценка влияния уровня кортизола на продуктивные качества бычков герефордской породы при определении его содержания в волосе / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, И.И. Слепцов // Сельскохозяйственная биология. - 2025. - Т. 60, №2. - С. 319-330. DOI: 10.15389/agrobiology.2025.2.319rus.
5. Hair cortisol as a biological marker of chronic stress: Current status, future directions and unanswered questions / E. Russell et al. // Psychoneuroendocrinology. - 2012. - Vol. 37, №5. - P. 589-601. DOI: 10.1016/j.psyneuen.2011.09.009.
6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / Калашников А.П. и др. - М.: Знание, 2003. - 456 с.
7. Mostl, E. Hormones as indicators of stress / E. Mostl, R. Palme // Domest Anim Endocrinol. - 2002. - Vol. 23, №1-2. - P. 67-74. DOI: 10.1016/s0739-7240(02)00146-7.
8. Relationship of concentrations of cortisol in hair with health, biomarkers in blood, and reproductive status in dairy cows / T.A. Burnett et al. // J Dairy Sci. - 2015. - Vol. 98, №7. - P. 4414-26. DOI: 10.3168/jds.2014-8871.
9. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions / S. Hamzaoui et al. // J Dairy Sci. - 2013. - Vol. 96, №10. - P. 6355-65. DOI: 10.3168/jds.2013-6665.
10. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review / R. Das et al. // Vet World. - 2016. - Vol. 9, №3. - P. 260-268. DOI: 10.14202/vetworld.2016.260-268.
11. Collier, R.J. 100-Year Review: Stress physiology including heat stress / R.J. Collier, B.J. Renquist, Y.A. Xiao // J Dairy Sci. - 2017. - Vol. 100, №12. - P. 10367-10380. DOI: 10.3168/jds.2017-13676.
12. Cook, N.B. Symposium review: The impact of management and facilities on cow culling rates / N.B. Cook // J Dairy Sci. - 2020. - Vol. 103, №4. - P. 3846-3855. DOI: 10.3168/jds.2019-17140.
13. Huzzey, J.M. Changes in feeding, drinking, and standing behavior of dairy cows during the transition period / J.M. Huzzey, M.A. von Keyserlingk, D.M. Weary // J Dairy Sci. - 2005. - Vol. 88, №7. - P. 2454-61. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72923-4.
14. Park, R.M. A Scoping Review: The Impact of Housing Systems and Environmental Features on Beef Cattle Welfare / R.M. Park, M. Foster, C.L. Daigle // Animals (Basel). - 2020. - Vol. 10, №4. - Art. 565. DOI: 10.3390/ani10040565.
15. Chrousos, G.P. Stress and disorders of the stress system / G.P. Chrousos // Nat Rev Endocrinol. - 2009. - Vol. 5, №7. - P. 374-81. DOI: 10.1038/nrendo.2009.106.

References

1. Myasnaya produktivnost` i kachestvo myasa by`chkov aberdin-angusskoj porody` pri razlichnom urovne e`stradiola v sy`vorotke krovi / Zav`yalov O.A. i dr. // Veterinariya i kormlenie. - 2025. - №1. - S. 43-47. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-1-9.
4. Frolov, A.N. Ocenka vliyaniya urovnya kortizola na produktivny`e kachestva by`chkov gerefordskoj porody` pri opredelenii ego soderzhaniya v volose / A.N. Frolov, O.A. Zav`yalov, I.I. Slepczov // Sel`skoxozyajstvennaya biologiya. - 2025. - T. 60, №2. - S. 319-330. DOI: 10.15389/agrobiology.2025.2.319rus.
6. Normy` i raciony` kormleniya sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x / Kalashnikov A.P. i dr. - M.: Znanie, 2003. - 456 s.

Для цитирования/For citation

Завьялов О.А., Фролов А.Н., Галиева З.А., Миронова И.В. Гормональный статус, показатели крови и продуктивность бычков герефордской породы при различной технологии зимнего содержания // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.46–50.

Zavyalov O.A., Frolov A.N., Galieva Z.A., Mironova I.V. Hormonal status, blood parameters and productivity of Hereford bull calves with various winter maintenance technologies // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.46–50.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-11

Завьялова Е.А.

УДК 579.62

Совершенствование методов диагностики IPN лососевых рыб на основе анализа молекулярных маркеров вирулентности вируса

Завьялова Е.А., кандидат биологических наук, заведующая лабораторией ихтиопатологии, aquazeda@mail.ru
Дрошнев А.Е., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, aquazeda@yandex.ru
Карпова М.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, karpova.marianna@yandex.ru
Гулюкин А.М., доктор ветеринарных наук, директор, admin@viev.ru
Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Москва, Россия

Ключевые слова: лососевые рыбы, эпизоотия, инфекционный некроз поджелудочной железы, IPN, ПЦР-исследования, факторы вирулентности.

Резюме. В аквакультуре лососевых рыб всего мира одной их основных проблем является инфекционный некроз поджелудочной железы лососевых (IPN). Его возбудитель – бирнавирус, первый выделенный от рыб, в 1960 годах прошлого века, в настоящее время всесторонне изученный и повсеместно распространенный. Из-за его сложного внутреннего устройства для диагностики заболевания используется спектр диагностических методов: в России это молекулярно-биологические и культуральные вирусологические исследования. С целью совершенствования существующих методов индикации возбудителя – ПЦР фрагментов высококонсервативных участков гена, были разработаны методы, направленные на анализ участка структурного белка VP2, отвечающего за антигенность и вирулентность вируса IPN. Работа выполнена в лаборатории ихтиопатологии ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, с использованием образцов биоматериала, собранных в период 2024–2025 годы в ходе ихтиопатологических исследований. Вирусологические исследования проводились по стандартизированному ранее методу nested PCR, в культурах клеток рыб (не менее 4-х линий) и в real-time PCR с авторскими праймерами. Результаты исследований 1077 сборных проб показали циркуляцию вируса IPN в поголовье лососевых рыб, выращиваемых в аквакультуре нашей страны на уровне 6,8 %, у 36 % от выявленных изолятов вируса обнаружены маркеры вирулентности в ПЦР, в этих же образцах вирус был выделен на двух и более линиях чувствительных клеток, что является подтверждением in vitro, а также, за небольшим исключением, получены подтверждения из рыбоводческих хозяйств о развитии эпизоотии и массовой гибели молоди. Внедрение данного подхода в рутинную диагностику позволит получать результаты, совмещая эффективность культурального метода с оперативностью молекулярно-биологического, при этом исследования помогут избежать большого экономического ущерба для отрасли.

Improving of IPN diagnostic methods for salmon based on analysis of molecular markers of virus virulence

Zavyalova E. A., Droshnev A. E., Karpova M. A., Gulukin A.M.
Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", Moscow, Russian Federation

Key words: salmon fish, epizootics, infectious pancreatic necrosis, IPN, PCR research, virulence factors, diagnostics

Abstract. One of the major problems in salmon aquaculture worldwide is infectious salmon pancreatic necrosis (IPN). Its causative agent is birnavirus, first isolated from fish in the 1960s of the last century which currently ubiquitous and comprehensively studied. A range of diagnostic methods is used to diagnose the disease because of its complex internal structure: there are molecular-and-biological and cultural-and-virological researches in Russia. In order to improve the existing methods for indicating the pathogen – PCR fragments of highly conserved gene sections, have been developed methods that are aimed at analyzing the section of the VP2 structural protein responsible for the antigenicity and virulence of the IPN virus. The work was carried out in the ichthyopathology laboratory of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV", using biomaterial samples collected in the period 2024–2025 during ichthyopathological researches. Virological researches were conducted using the previously standardized nested PCR method, in fish cell cultures (at least 4 lines) and in real-time PCR with authors primers. The results of researches of 1077 collected samples showed the circulation of the IPN virus in the livestock of salmon fish, grown in the aquaculture of our country at the level of 6.8%, virulence markers in PCR were found in 36% of the identified virus isolates, and in the same samples the virus was isolated on two or more sensitive cell lines, which is confirmation in vitro and, with a few exceptions, was obtained confirmation from fish farms about the development of epizootics and mass death of juveniles. The implementation of this approach into routine diagnostics will allow to obtain the results combining the effectiveness of the culture method with the efficiency of the molecular-and-biological method and at the same time the researches will help to avoid great economic loss for the industry.

Введение

Инфекционный некроз поджелудочной железы (infectious pancreatic necrosis, IPN) – заболевание лососевых рыб, выращиваемых в условиях интенсивного хозяйствования – аквакультуры. Его этиологический агент (IPNV) – первый вирус, выделенный у костистых рыб [21], позднее, благодаря своим особым биофизическим характеристикам (двухсегментный РНК-геном) он стал прототипом нового семейства вирусов – Birnaviridae [1]. С течением времени у различных видов рыб были обнаружены многочисленные близкородственные вирусы одного семейства, но с различными клиническими проявлениями. Таким образом, термин "Aquabirnavirus" используется для обозначения представителей семейства вирусов, выделенных от гидробионтов, в то время как термин "IPNV" используется для обозначения бирнавирусов, выделенных от лососевых рыб и вызывающих заболевание у них.

Существует множество всеобъемлющих обзоров, посвященных инфекционному некрозу поджелудочной железы лососевых и вызывающему его вирусу [23; 22; 11; 7; 16; 5; 14]. По всему миру ведутся исследования, направленные на изу-

чение молекулярных маркеров вирулентности, взаимоотношений хозяина и патогена, эпизоотологии, роли индуцирующих факторов в проявлении болезни и на разработку новых, более эффективных методов борьбы с болезнью при коммерческом выращивании лососевых.

Впервые заболевание было описано Макгонигл [12] как острый катаральный энтерит мальков ручьевой форели (Salvelinus fontinalis), и в течение многих лет считалось, что оно поражает только мальков, выращиваемых в инкубаторах. Смертность молоди от IPN при этом составляет более 90 %, что впоследствии создает дефицит посадочного материала в аквакультуре лососевых рыб. Если у зараженных рыб не произошла вспышка сразу после вылупления, то следующим опасным этапом является пересадка в естественную среду для садкового выращивания [8], когда заболевание провоцирует стресс, изменением условий окружающей среды, либо интактная рыба заражается в воде в результате горизонтальной передачи, как правило, в течение 4–12 недель после перевозки [3].

Специфических патогномоничных признаков заболевания IPN не выявлено. Однако для постановки предварительного диагноза необходимо ориентироваться на сочетание сведений об увеличении смертности и изменение поведенческих реакций, таких, как анорексия, вращательные движения при плавании, вздутие живота, потемнение кожи, экзофтальм, бледность жабр и кровоизлияния на поверхности брюшины, бело-желтые выделения из анального отверстия; желудочно-кишечный тракт пустой или содержит слизь молочного цвета, часто наблюдаются точечные кровоизлияния и висцеральный асцит; у некоторых особей анемия селезенки, сердца и почек, пожелтение печени [22; 11]. Инкубационный период обычно составляет 4–7 дней у молоди радужной форели и 10–14 дней – у атлантического лосося температуре 10–14° С [6]. Микроскопически, в исследовании гистологических препаратов, при IPN наблюдается выраженный панкреонекроз и тяжелые поражения слизистой оболочки кишечника, в поджелудочной железе изменения в виде небольших очагов до обширного некроза ацинарных клеток с ядерным пикнозом, кариорексисом и базофильными цитоплазматическими включениями [8].

Вирус IPN является типовым видом рода Aquabirnavirus в семействе вирусов, обозначенном Международным комитетом по таксономии как Birnaviridae [20]. Другими родами этого семейства являются авибирнавирусы и энтомобирнавирусы, которые заражают птицу и насекомых, соответственно. Есть подробный обзор структуры и функций генома IPNV [4]. Вирусный геном состоит из двухсегментированной двухцепочечной РНК, которая составляет приблизительно 9 % от общего веса вириона, вирусный капсид состоит из двух структурных белков, называемых VP2 и VP3. Эти два структурных белка кодируются сегментом А, который также кодирует два дополнительных неструктурных (NS) белка – протеазу (VP4) и VP5. Сегмент В кодирует только один белок – внутренний полипептид, обозначаемый как VP1. Таким образом, VP2 является основным капсид-белком, при этом содержит нейтрализующие эпитопы и напрямую связан с вирулентностью вируса.

Белок VP2 IPNV проникает в клетку посредством опосредованного рецепторами эндоцитоза, и считается, что основной белок внешнего капсида VP2 содержит места прикрепления клеток [4; 19], содержит два вариабельных эпитопа, называемых H8 и B9, расположенных между аминокислотами 204–330, консервативный нейтрализующий эпитоп F2, который зависит от аминокислот 153–203, а также область 204–330, и другой консервативный нейтрализующий эпитоп AS-1 [10]. Идентифицированы два гидрофильных гипервариабельных участка в центральной части кодирующей области VP2, этот вариабельный домен представлял собой аминокислотные остатки 183–335, что было позже подтверждено в молекулярном исследовании [15].

Молекулярные маркеры вирулентности IPNV были идентифицированы в кодирующей области VP2 – обнаружен треонин (Thr) в аминокислотном остатке 217 у вирулентных американских изолятов [2]. Полный анализ нуклеотидной последовательности сегмента А (серотип Sp/девять штаммов), а также полный анализ последовательности сегмента В (три штамма). В генах, кодирующих белки VP1, VP3 и VP4, было обнаружено очень мало вариаций; однако в области, кодирующей VP2, было обнаружено несколько вариаций аминокислотной последовательности [17]. Изоляты, которые вызывали высокую смертность и тяжелые патологические изменения, содержали остатки Thr и аланина (Ala) в аминокислотных позициях 217 и 221 гена VP2 соответственно, они расположены в пределах гипервариабельной области VP2, идентифицированной Heppell et al. [18].

Применяя систему обратной генетики, Song et al. [13] позже подтвердили, что аминокислотные остатки Thr217 и Ala221 в VP2 играют значительную роль в определении вирулентности норвежских штаммов IPNV серотипа Sp, остаток 221 может быть вовлечен в адаптацию вируса к культуре клеток, т.е. вирусные штаммы с Thr221 индуцировали состояние носительства инфекции по сравнению с Ala221, продуцировав высоковирулентные штаммы с высокой летальностью.

В настоящее время в России широко применяется для диагностики заболевания метод, разработанный в 2012 году сотрудниками лаборатории ихтиопатологии ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН [26] на основе молекулярно-генетического анализа сегмента В, кодирующего ключевой фермент репликации вирусного генома IPNV РНК-зависимую РНК-полимеразу. Тест-система своей высокой чувствительностью и специфичностью прекрасно зарекомендовала себя в скрининге заболевания, а для оценки вирулентности в лабораторных условиях использовался стандартный метод инокуляции культур клеток рыб, как единственный диагностический принцип, дающий понимание о вирулентности выявленных изолятов вируса. Однако, это достаточно трудоемкий и длительный метод, который требует от 14 и более дней для формирования результата. При растущем разнообразии доступных методов диагностики, необходимо было добиться получения эффективных результатов, но с помощью более быстрых и менее затратных методов. Таким образом, усилия были сосредоточены на исследовании молекулярных маркеров вирулентности вируса.

Целью настоящего исследования являлось совершенствование молекулярной диагностики заболевания, направленное на анализ участка структурного белка VP2, отвечающего за антигенность и вирулентность вируса IPN.

Материалы и методы

Работа выполнена в лаборатории ихтиопатологии ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН. Для анализа эпизоотической ситуации по

Таблица. Результаты вирусологических исследований биоматериала от лососевых рыб разными методами (2024-2025 гг.)
Table. The results of virological researches of salmons' biomaterial by different methods (2024-2025)

Показатель	2024 г.	2025 г.	Всего, проб	Процент от анализируемого количества, %
Поступило, проб	366	711	1077	-
Положительн. в Nested PCR, проб	27	47	74	6,8
Положительн. в Real-time PCR, проб	12	15	27	36
Положительн. в культурах клеток, проб	12	21	33	44
Подтверждение гибели, случаев	12	14	26	35

инфекционному некрозу поджелудочной железы лососевых (IPN) использовали результаты собственных ихтиопатологических исследований образцов из рыбоводческих хозяйств, занимающихся выращиванием и разведением лососевых рыб за 2024–2025 годы. За этот период исследованиям было подвергнуто 13 659 экз. форели и 3 612 экз. атлантического лосося из 106 рыбоводческих хозяйств разных регионов страны и сопредельных стран.

Вирусологические исследования проводили согласно "Методическим указаниям по идентификации вирусов и лабораторной диагностике вирусных болезней рыб" №13-4-2/1054, утвержденным Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода России 10.10.97): от рыб брали пробы печени, почек и селезенки в стерильные флаконы со средой Игла МЕМ, обработку которых проводили по общепринятым методикам; материал пассировали в культурах клеток, титр определяли по проявлению цитопатического действия (ЦПД) с использованием серийных десятикратных разведений, за титр вируса принимали наибольшее разведение, которое вызывало ЦПД в 50% зараженных культур. Для исследования использовали перевиваемые культуры лососевых рыб: CHSE-24 (эмбрион чавычи), CHH-1 (сердце кеты), RTG-2 (гонады радужной форели), OMG (гонады радужной форели), которые выращивали по общепринятым методикам [24].

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) проводилась с использованием праймеров к высоконсервативному участку сегмента B структурного белка VP1, разработанных нами в 2012 году для nested PCR [26], а также новых – к участку структурного белка VP2, связанного с вирулентностью бирнавирусов, в режиме реального времени (realtime PCR).

Реактивы. Для выделения генетического материла использовали коммерческие наборы реагентов для выделения РНК/ДНК из клинического материала "Рибопреп" (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора) по инструкции производителя.

Nested PCR. Реакция проводилась согласно разработанного протокола в два раунда с использованием реакционной смеси 1: 9 мкл ddH2O, 7.5 мкл буфера Taq Red (ЗАО "Евроген", Россия), 2,5 мкл dNTP 2,5 ммоль/мкл (ООО "Синтол", Россия), 1 мкл прямого (B37) праймера 10 пмоль/мкл, 1 мкл обратного (B853r) праймера 10 пмоль/мкл, 1 мкл ревертазы MMLV-RT 50 ед/мкл (ООО "Синтол", Россия) и 0,5 мкл Taq ДНК-полимеразы 5 ед/мкл (ООО "Синтол"), 5 мкл матрицы. В 20 мкл смеси для второго раунда вносятся 5 мкл продуктов первого раунда. Для второго раунда мастер-смесь имеет схожий состав, однако при этом исключаются обратная транскриптаза, используются праймеры B123 и B320r. Амплификация проводилась в амплификаторе Tprofessional TRIO Thermocycler (Whatman Biometra, GmbH). После этого ампликон ПЦР размером 240 п.о. визуализировали с помощью электрофореза продукта в 1,5% агарозном геле с бромидом этидия при УФ-просвечивании.

Real-time PCR. Реакцию проводили на приборе qTower (Analytik Jena). Для проведения ПЦР в реальном времени были использованы праймеры (I.VP2.F/R) и гибридизационный зонд (I.VP2.P), являющиеся "ноу-хау". Смесь для амплификации включала в себя набор реагентов "2,5 кратная реакционная смесь для проведения ПЦР-РВ", MMLV-ревертазу (50 ед/мкл) и Taq-полимеразу (5 ед/мкл). (Синтол, Россия), праймеры. Праймеры использовались в конечной концентрации 900 нМ каждый, а конечная концентрация зонда составляла 250 нМ. К каждой реакции rPCR объемом 20 мкл добавляли 5 мкл продукта РНК.

Электрофорез. Для получения качественного результата при помощи Nested PCR, а также для контроля амплификации продукта в Real-time PCR был использован метод горизонтального электрофореза в агарозном геле с добавлением 1,5 % бромистого этидия.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы qPCR (v. 3.0) и Microsoft Excel.

Результаты исследования

Мировыми исследованиями на протяжении всей истории ихтиовирусологии подтверждено, что выделение вируса в культуре клеток с последующей идентификацией возбудителя является "золотым стандартом" и актуально в диагностике IPN у лососевых рыб. Вирус-возбудитель легко выращивается в восприимчивых клеточных линиях при температуре 10–25° С и в течение нескольких дней стабильно проявляет характерный цитопатический эффект (ЦПД), что удобно для оценки результатов. Чувствительными для выявления IPNV являются многие клеточные линии, полученные от лососевых и других видов рыб: CHSE-214, CHH-1, RTG-2, CTF/T и другие [25], а в целом, культивирование клеток является одним из наиболее эффективных методов выявления низких концентраций IPNV, и единственным, позволяющим утверждать, что выявленный вирус заразен.

В исследовании участвовали 1077 сборных проб (объединенный материал от 5 и более экз.) лососевых рыб, полученные в лаборатории за 2024–2025 годы. За этот период при изучении высококонсервативного участка сегмента B вируса IPN в nested PCR выявлено 74 положительных образца, что составляет 6,8 % от исследованных и свидетельствует о циркуляции в поголовье выращиваемых в аквакультуре лососевых рыб в России данного вируса.

При исследовании этих же образцов в real-time PCR на поиск молекулярных маркеров вирулентности, в частности участка структурного белка VP2 сегмента A вируса IPN получено 27 положительных образцов, что может свидетельствовать о высокой вирулентности у 36% от выявленных штаммов.

Для выявления вирусов или подтверждения чистоты биоматериала стандартным методом все образцы, поступающие для вирусологического исследования в лабораторию, пассировались не менее чем в 4-х линиях клеток одновременно (в режиме реального времени, т.е. в момент прибытия для исследования, согласно протоколу). Ретроспективный анализ 1077 образцов показал 33 штамма вызывающих ЦПД в двух и более линиях клеток рыб: 22 штамма имели титры в пределах 5,5–9,0 $ТЦД_{50/мл}$ и классифицировались нами как высоковирулентные, 11 – имели титры 3,5–5,0 $ТЦД_{50/мл}$ (слабовирулентные).

Дополнительно во всех случая выявления вируса IPN собирался анамнез на предприятии о развитии заболевания и/или массовой гибели рыб. В 26 случаях рыбоводческие предприятия подтверждали эпизоотию, в 1 случае имело место сокрытие информации руководителем хозяйства, с целью избегания репутационных рисков, однако, косвенные сведения: клинические признаки болезни и высокий титр вируса в культуре клеток свидетельствуют о всплеске заболевания в данной локации (табл.1).

Полученные сведения коррелируют между собой следующим образом: из 74 положительных образцов, содержащих фрагмент гена B – консервативную область, характерную для всех бирнавирусов, из них вирулентными (на момент исследования) были 33 образца (44 % от объема исследованных) – т.е. выделены в культурах клеток с характерным ЦПД, из них 27 образцов имели искомый нами участок гипервариабельной области белка VP2, отвечающий именно за вирулентность, и во всех случаях (исключая намеренное сокрытие данных) это подтверждалось эпизоотическими вспышками (табл.). Шесть образцов, составляющих разницу между вирулентными в культурах клеток и в молекулярных исследованиях имели титры инфекционности 3,0 $ТЦД_{50/мл}$ и ниже, далее третьего пассажа, согласно нормативной документации, не пассировались, сведений о вспышке заболевания рыб с этим изолятами не поступало, таким образом регистрировали латентное вирусоносительство.

Заключение

С середины 1990-х годов разработка и использование молекулярных методов обнаружения нуклеиновых кислот

IPNV становятся все более популярными, в большинстве вариантов используются праймеры, которые фланкируют фрагмент гена VP1, как высококонсервативного (отечественные разработки, 26) или нацеленные на кодирующий переход VP4-VP3 (зарубежные аналоги), при этом метод имеет возможность автоматизации, высокую скорость и воспроизводимость, а также возможность количественной оценки. Чувствительность анализа достигает 10 копий РНК вируса на грамм биоматериала, что позволяет выявлять бессимптомных носителей, например, в условиях контроля ремонтного поголовья для обязательного исключения, в случае заражения, их из племенной работы.

Однако до настоящего времени вирулентность выявленных изолятов вируса подтверждалась только методом пассирования in vitro, единственным максимально достоверным диагностическим алгоритмом, при этом все равно достаточно длительным и дорогостоящим. Требовались инструменты позволяющие сочетать эффективность культуральных вирусологических исследований и скорость молекулярно-биологических. Решить эту задачу нам позволило использование в реакции, в качестве мишеней, факторов вирулентности вируса с многократным, в течение двух лет, подтверждением полученных результатов другими методами.

Научно-практический интерес у нас вызывают исследования [9] показывающее, что с течением времени, стабильность референтных генов кандидатов меняется и рекомендующее использовать комбинации их участков для максимально подробного анализа, что мы и применили в своем исследовании. Таким образом, особенно эффективным для нас оказалось сочетание праймеров на области фрагментов генов А и В, структурных белков VP1 и VP2.

Экономические последствия, вызванные вспышками IPN, являются как прямыми, так и косвенными, обусловленными клиническими проявлениями заболевания и смертностью, а также затратами на профилактические меры и борьбу с ними, такие как дезинфекция, ветеринарный надзор, диагностические исследования, и, что не менее важно, уничтожение инфицированных, но не показывающих признаков заболевания особей в соответствии с положениями законодательства. В ряде стран попытки эрадикации вируса IPNV через уничтожение оплодотворенной икры и молоди, поголовную вакцинацию, поиск геномных маркеров устойчивости и иные профилактические мероприятия, нанесли больший ущерб экономике отрасли, чем прямые потери, связанные с массовой гибелью больных рыб [16]. Таким образом, в ряде стран изменились и были смягчены стратегии зооветеринарного контроля, таким образом что зараженная молодь с признаками инфекции или повышенным отходом уничтожается, а более крупные особи используются в товарном производстве, без участия в племенной работе.

В нашей стране полностью отсутствует информация о вспышках заболевания, в научных журналах нет публикаций, по которым можно было бы дать качественные оценки прямых и косвенных потерь от IPN при выращивании лососевых или оценить соотношение выгод/ затрат от различных мер по борьбе с этим заболеванием. Возможно, это было связано с отсутствием адекватных диагностических методов – в решении этой проблемы могут помочь разработанные нами и описанные в данной статье подходы.

Литература/References

1. Biophysical and biochemical characterisation offi ve animal viruses with bisegmented double-stranded RNA genomes. / P. Dobos [et al.] // Journal of Virology. - 1979. - № 32. - P.593-605.
2. Bruslind L.D. Virulence comparison of three Buhl-subtype isolates of infectious pancreatic necrosis virus in brook trout fry. / L.D. Bruslind, P. Reno // Journal of Aquatic and Animal Health. - 2000. - № 12. - P.301-315.
3. Chapter 4: Epidemiology. In: Skjelstad. / B. Brun, E. Jensen, I. Johansen, L.-H. Midtlyng [et al.] - VESO: Oslo, 2003. - P. 51-67. IPN in Salmonids.
4. Dobos P. The molecular biology of infectious pancreatic necrosis virus / P. Dobos // Annual Review of Fish Diseases. - 1995a. - № 5. - P.25-54.
5. Dopazo C.P. The Infectious Pancreatic Necrosis Virus (IPNV) and its Virulence Determinants: What is Known and What Should be Known. / C.P. Dopazo // Pathogens. - 2020. - № 9 (2). - P.94.
6. Genetic analysis of resistance to infectious pancreatic necrosis in Atlantic salmon (Salmo salar L.). / M. Wetten [et al.] // Aquaculture. - 2007. - № 272. - P.111-117.
7. Hill B.J. Infectious pancreatic necrosis virus and its virulence. / B.J. Hill // Microbial Diseases of Fish. In: Roberts, R. Blackwell, London, 1982. - P. 1-114.
8. Infectious pancreatic necrosis (IPN) virus Sp serotype in farmed Atlantic salmon, Salmo salar L., post-smolts associated with mortality and clinical disease. / D.A. Smail [et al.] // Journal of Fish Diseases. - 1992. - № 15. - P.77-83.
9. Julin K. Reference genes evaluated for use in infectious pancreatic necrosis virus real-time RT-QPCR assays applied during different stages of an infection. / K. Julin, L.-H. Johansen, A.-I. Sommer // Journal of Virological Methods. - 2009. - № 162. - P.30-39.
10. Mapping of neutralization epitopes on infectious pancreatic necrosis viruses. / P. Frost [et al.] // Journal of General Virology. - 1995. - № 76. - P.1165-1172.
11. McAllister P.E. Fish viruses and viral infections. / P.E. McAllister // In: Frankel-Konrat, H. and Wagner, R.R. (eds) Comprehensive Virology. Plenum Press, New York. - 1979. .- P.401-470.
12. McGonigle R.H. Acute catarrhal enteritis of salmonid fi ngerlings. / R.H. McGonigle // Transactions of the American Fisheries Society. - 1940. - № 70. - P.297-302.
13. Molecular determinants of infectious pancreatic necrosis virus virulence and cell culture adaptation. / H. Song [et al.] // Journal of Virology. - 2005. - № 79. - P.10289-10299.
14. Munro E.S. Infectious pancreatic necrosis and associated aquatic birnaviruses. / E.S. Munro, P.J. Midtlyng // Fish Diseases and Disorders. - 2011. - 3 3. - P. 1-65.
15. Phylogenetic relationships of aquatic birnaviruses based on deduced amino acid sequences of genome segment A cDNA. / S.L. Blake [et al.] // Diseases of Aquatic Organisms. - 2001. - № 45. - P.89-102.
16. Reno P.W. Chapter 1: Infectious pancreatic necrosis and associated aquatic birnaviruses. / P.W. Reno // In: Woo, P.T. and Bruno, D.W. (eds) Fish Diseases and Disorders, Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections. CAB International, Wallingford, UK, 1999. - P.1-55.
17. Santi N. Identifi cation of putative motifs involved in the virulence of infectious pancreatic necrosis virus. / N. Santi, V.N. Vakharia, O. Evensen, // Virology. - 2004. - № 322. - P.31-40.
18. Strain variability and localization of important epitopes on the major structural protein (VP2) of infectious pancreatic necrosis virus. / J. Heppell [et al.] // Virology. - 1995. - № 214. - P.40-49.
19. Studies of the ultrastructure and morphogenesis of fi sh pathogenic viruses grown in cell culture. / H. Granzow [et al.] // Journal of Fish Diseases. - 1997. - № 20. - P.1-10.
20. Taxonomy. / B. Delmas, F.S.B. Kibenge, J.C. Leong [et al.] - Virus. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Academic Press, London, 2005. - P. 865-872. - Family Birnaviridae.
21. Virus nature of infectious pancreatic necrosis in trout. / K. Wolf [et al.] // Proceedings of the Society for Experimental Medicine and Biology. - 1960. - № 104. - P.105-108.
22. Wolf, K. Fish Viruses and Fish Virus Diseases. / K. Wolf // Cornell University Press, Ithaca, New York, 1988. - 476 p.
23. Wolf K. Infectious pancreatic necrosis (IPN) of salmonid fi shes. US Department of the Interior. / K. Wolf // Fish and Wildlife Service, Fish Disease Leafl. - 1966. - № 1 (FDL-1). - P. 4.
24. Дьяконов Л.П. Животная клетка в культуре (методы и применение в биотехнологии). / Л.П. Дьяконов // Современные наукоемкие технологии. - 2009. - № 12. - С. 27-28.
25. Дьяконов Л.П. Каталог клеточных культур позвоночных и позвоночных животных. / Л.П. Дьяконов // ВИЭВ, 2011. - 155 с.
26. Патент RU2508547C2. Способ диагностики вируса инфекционного некроза поджелудочной железы лососевых рыб методом полимеразной цепной реакции. / Н.Ю. Кандрина, Н.Ф. Ломакина, Е.А. Завьялова, М.И. Гулюкин. - 27 с.
References
24. D`yakonov L.P. Zhivotnaya kletka v kul`ture (metody` i primenenie v biotexnologii). / L.P. D`yakonov // Sovremenny`e naukoemkie texnologii. - 2009. - № 12. - S. 27-28.
25. D`yakonov L.P. Katalog kletochny`x kul`tur pozvonochny`x i pozvonochny`x zhivotny`x. / L.P. D`yakonov // VIE`V, 2011. - 155 s.
26. Patent RU2508547C2. Sposob diagnostiki virusa infekcionnogo nekroza podzheludochnoj zhelezy` lososevy`x ry`b metodom polimeraznoj cepnoj reakcii. / N.Yu. Kandrina, N.F. Lomakina, E.A. Zav`yalova, M.I. Gulyukin. - 27 s.

Для цитирования /For citation

Совершенствование методов диагностики IPN лососевых рыб на основе анализа молекулярных маркеров вирулентности вируса. / Завьялова Е.А. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.51–54.
Improving of IPN diagnostic methods for salmon based on analysis of molecular markers of virus virulence. / Zavyalova E. A. [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.51–54.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-12

УДК 619:636.4.033:575.22

Особенности репродуктивной функции свиноматок разных генотипов по генам FUT1 и MUC4

[1]**Закирова А.В.,** аспирант, zakirova-alsu-01@mail.ru
[1,2]**Ткачев А.В.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор департамента ветеринарной медицины, sasha_sashaola@mail.ru
[3]**Ткачева О.Л.,** кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель колледжа, tkacheva.olga2017@gmail.com
[1]**Нотина Е.А.,** кандидат филологических наук, заведующий кафедрой иностранных языков, notina-ea@rudn.ru
[1]**Быкова И.А.,** кандидат филологических наук, профессор кафедры иностранных языков, bykova-ia@rudn.ru
[1]Российский университет дружбы народов, Москва
[2]Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), Москва
[3]Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение "Медицинский колледж № 7", Москва

Ключевые слова: полиморфизм генов, кормление, предродовый период, послеродовый период.

Резюме. В ветеринарии и физиологии животных ДНК-технологии становятся все более востребованными и дают возможность реализовать принципиально новые подходы в селекции животных. Физиологическими особенностями репродуктивной функции свиноматок не изучались в связи с генетическим профилем по генам FUT1 и MUC4. Цель исследования – изучить физиологические особенности репродуктивной функции свиноматок разных генотипов по генам FUT1 и MUC4 на фоне добавления кормовых добавок. Исследование выполняли с 2023 по 2025 гг. в Московской области. В работе использовали 15 свиноматок крупной белой породы в предродовый и послеродовый период. Первая группа свиноматок имела генотип GG/CC (FUT1/MUC4). Вторая группа животных имела генотип AG/GC (FUT1/MUC4). Третья группа свиноматок имела генотип AA/GG по генам FUT1/MUC4. Наибольшая живая масса при опоросе была у свиноматок с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 0,9 % больше маток с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 0,7 % больше особей с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4). Длительность супоросности свиноматок не зависела от генотипа по генам FUT1 и MUC4 и была сопоставимой. Наибольший абсолютный прирост у свиноматок наблюдался у особей с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 8,5 % больше маток с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 3,1 % больше самок с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4). Наибольшая крупноплодность была у свиноматок крупной белой породы с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), в среднем 1,27 кг, что на 6,3 % больше по сравнению с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 3,9 % больше генотипа AG/GC (FUT1/MUC4). Наилучшая молочность свиноматок была установлена нами у особей с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 11,3 кг или на 21 % больше ($p < 0,01$) по сравнению с матками с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 3,1 кг или на 5,8 % больше от свиноматок с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4).

Features of the reproductive function of sows according to the FUT1 and MUC4 genes

[1]**Zakirova A.V.,** [1,2]**Tkachev A.V.,**
[3]**Tkacheva O.L.,**[1]**Notina E.A.,** [1]**Bykova I.A.**
[1]Peoples Friendship University of Russia, Moscow
[2]Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University), Moscow
[3]State budgetary professional educational institution "Medical College 7", Moscow

Key words: gene polymorphism, feeding, prenatal period, postpartum period.

Abstract. In veterinary medicine and animal physiology, DNA technologies are becoming more and more in demand and make it possible to implement fundamentally new approaches in animal breeding. The physiological features of the reproductive function of sows have not been studied due to the genetic profile of the FUT1 and MUC4 genes. The aim of the study was to study the physiological features of the reproductive function of sows of different genotypes according to the FUT1 and MUC4 genes against the background of the addition of feed additives. The study was carried out from 2023 to 2025 in the Moscow region. The study used 15 sows of a large white breed in the prenatal and postpartum period. The first group of sows had the genotype GG/CC (FUT1/HC4). The second group of animals had the genotype AG/GC (FUT1/GC4). The third group of sows had the AA/GG genotype according to the FUT1/MUTC4 genes. The highest live weight during farrowing was in sows with the AA/GG (FUT1/MUX4) genotype, which is 0.9% more than queens with the GG/CC (FUT1/MUX4) genotype and 0.7% more than individuals with the AG/GC (FUT1/MUX4) genotype. The duration of pregnancy of sows also did not depend on the genotype of the FUT1 and MUTC4 genes and was almost the same. The largest absolute increase in sows was observed in individuals with the AA/GG (FUT1/MUX4) genotype, which is 8.5% more than queens with the GG/CC (FUT1/MUX4) genotype and 3.1% more than females with the AG/GC (FUT1/MUX4) genotype. The largest fertility was in sows of a large white breed with the AA/GG (FUT1/MUX4) genotype, averaging 1.27 kg, which is 6.3% more than the GG/CC (FUT1/MUX4) genotype and 3.9% more than the AG/GC (FUT1/MUX4) genotype. We found the best milk production of sows in individuals with the AA/GG (FUT1/MUX4) genotype, which is 11.3 kg or 21% more ($p < 0.01$) compared with queens with the GG/CC (FUT1/MUX4) genotype and 3.1 kg or 5.8% more from sows with the genotype AG/GC (FUT1/GC4).

Введение

В ветеринарии и физиологии животных ДНК-технологии становятся все более востребованными и дают возможность реализовать принципиально новые подходы в селекции животных. Прежде всего, это генетическая идентификация конкретных особей с последующим генетико-попу-

ляционным анализом, обеспечивающим получение количественных характеристик генофондов исследуемых популяций [1, 2]. При выращивании и откорме животных все чаще анализируют гены количественных признаков (Quantitative Trait Loci), что дает возможность предсказывать хозяйственную ценность животного на уровне ДНК в раннем возрасте и даже еще до рождения животного [3, 4]. В связи с этим крайне интересно изучить физиологические особенности роста и развития свиноматок в предродовый и послеродовый периоды. Высокая конечная живая масса потомства свиноматок не всегда сопровождается высокой интенсивностью роста, что и может зависеть не только от генотипа, но и от технологических условий выращивания, что и требует дополнительного изучения.

Изучение поголовья свиней по хозяйственно-полезным признакам роста, развития и репродуктивной функции всегда будет актуальным и важным для практического свиноводства, так как позволяет лучше понять механизмы взаимоотношений генотип-среда и предложить новые технологические подходы в выращивании животных [5,6].

Изучение особенностей генотипа свиней по гену альфа-(1,2)-фукозилтрансферазы-1 (FUT1) может иметь значение не только для установления устойчивости к болезням [2], но и возможно связано с интенсивностью роста, развития и, возможно, с физиологическими особенностями репродуктивной функции свиноматок.

Доказанная связь аллелей свиней по гену FUT1 с устойчивостью к колибактериозу позволила разработать различные методики экспресс-диагностики прогнозирования устойчивости животных к инфекции. Практическое применение новых методик экспресс-диагностики может помочь вовремя элиминировать из стада животных склонных к болезням [7-10], а значит, эти особи могут обладать меньшей энергией роста и развития, худшей репродуктивной функцией, что и требует дополнительного изучения.

Энтеротоксические E. coli, образующие фимбрии F4 (K88) чаще всего являются теми бактериями, которые вызывают диарею и смерть потомства свиноматок. E. coli с адгезивным антигеном F4 вызывают в 71 % случаев диарею новорожденных поросят. Известны три антигенных варианта фимбрий F4-F4ab, F4ac и F4ad. Согласно данным анализа сцепления генов F4ab/F4ac было выявлено полное соответствие их гаплотипов гаплотипа сиалогликопротеина муцина 4 (MUC4) [11].

Научно доказано, что ген муцина 4, размещается на хромосоме 13 в регионе q41. Некоторые авторы предположили, что единичные мутации гена MUC4, при которой цитозин (C) изменяется на гуанин (G) может быть связан с хозяйственно-полезными признаками у свиней [7, 12], однако данные генетические особенности не изучались в связи с физиологическими особенностями репродуктивной функции свиноматок.

Цель исследования – изучить физиологические особенности репродуктивной функции свиноматок разных генотипов по генам FUT1 и MUC4 на фоне добавления кормовых добавок.

Материал и методы

Исследование выполняли с 2023 по 2025 гг. в Московской области. В работе использовали 15 свиноматок крупной белой породы в предродовый и послеродовый период. Свиноматки были разделены на 3 группы с сопоставимой живой массой и возрастом. Свиноматки в дополнение к основному рациону получали одну кормовую добавку, так как в настоящее время использование всевозможных кормовых добавок стало обыденным и естественным процессом на практике. Первая группа свиноматок имела генотип GG/CC (FUT1/MUC4). Вторая группа животных имела генотип AG/GC (FUT1/MUC4). Третья группа свиноматок имела генотип AA/GG по генам FUT1/MUC4.

Перед началом опыта от каждой свиноматки были взяты пробы крови и щетины для генотипирования по генам FUT1 и MUC4. После генотипирования проводился анализ физиологических особенностей репродуктивно функции, роста и развития свиноматок в разрезе исследуемых генов в каждой группе отдельно.

Кровь свиноматок для исследования отбирали из ушной вены, используя одноразовые системы для взятия крови, одноразовой иглой в объеме 2–3 мл в стерильную пробирку с антикоагулянтом (6 % раствор ЭДТА в соотношении 1:19 или 4 % раствор цитрата натрия в соотношении 1:9). Закрытую пробирку с кровью несколько раз встряхивали для равномерного смешивания с антикоагулянтом. На пробирки наносили соответствующие записи для дальнейшей идентификации образцов. Пробирки транспортировали в тот же день в термоконтейнерах при температуре 5±3°C в лабораторию ООО НИЦ "Черкизово". В лаборатории содержимое пробирок высушивали на стерильной марлевой ткани в течение 1 суток в поле ламинарного потока воздуха. Высушенные образцы переносили в стерильные пакеты типа "Zip-lock". На пакеты наносили соответствующие записи для дальнейшей идентификации образцов [10].

Щетину свиноматок отбирали из холки с помощью пинцета в стерильные пакеты типа "Zip-lock". На пакеты наносили соответствующие записи для дальнейшей идентификации образцов. Полученные образцы к моменту проведения исследований хранили в холодильнике при температуре 5±3°C. Транспортировку осуществляли в термоконтейнерах при температуре 5±3°C [10].

Для выделения ДНК из биопроб свиноматок с помощью ионообменной смолы Chelex-100 [CAS: 68954-42-7 Chelex-100] готовили 5 % рабочий раствор этого реагента. В мерную колбу объемом 100 мл вносили 5 г Chelex-100 и добавляли дистиллированной воды до объема 100 мл. В одноразовые полипропиленовые пробирки Eppendorf объемом 1,5 мл вносили 1000 мкл стерильной дистиллированной воды. К пробиркам добавляли пробы, объемом не более 200 мкл. Смесь инкубировали 15 минут при температуре 18–25° C. Пробирки центрифугировали 1 минуту на скорости 8 тысяч об/минуту. После отделения осадка осторожно удаляли надосадочную жидкость, оставляя около 20 мкл жидкости над осадком. Центрифугирование образца проводили несколько раз до полного обесцвечивания осадка. К пробиркам добавляли 180 мкл 5 % стерильного водного раствора Chelex-100 и инкубировали в течение 30 минут при 56° C на термостате. Затем содержимое пробирки перемешивали и центрифугировали 1 минуту на скорости 8 тыс. об/минуту. Для амплификации использовали 5 мкл надосадочной жидкости, содержащей ДНК. Раствора выделенной ДНК достаточно для проведения 20–100 амплификаций. Хранить образцы можно при минус 20°C в течение 6 месяцев. После каждого размораживания образцы встряхивали и центрифугировали 5 минут на скорости 6 тысяч об/минуту [10].

Последовательность праймеров:

FUT1 – F: 5/-CCAACGCCTCCGATTCCTGT-3/,

FUT1 – R: 5/-GTGCATGGCAGGCTGGATGA-3/.

MUC4 – F: 5/-GTGCCTTGGGTGAGAGGTTA-3/,

MUC4 – R: 5/-CACTCTGCCGTTCTCTTTCC-3/.

Математико-статистические расчеты результатов изучения физиологических особенностей репродуктивной функции свиноматок осуществляли по общепринятому критерию Стьюдента в SPSS for Windows (IBM, USA).

Результаты исследований

Изучение физиологических особенностей роста и раз-

вития свиноматок разных генотипов мы начали со стандартных, понятных практикующим специалистам показателей живой массы свиноматок, длительности супоросности, абсолютного и среднесуточных приростов в период беременности (табл. 1).

Исследования физиологических особенностей организма свиноматок в зависимости от генотипа показали, что при сопоставимой живой массе на момент случки, на момент опороса живая масса свиноматок практически не различалась. Наибольшая живая масса при опоросе была у свиноматок с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 0,9 % больше маток с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 0,7 % больше особей с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4). Возможно, это связано с тем, что все матки дополнительно к основному рациону получали кормовую добавку. Длительность супоросности свиноматок также не зависела от генотипа по генам FUT1 и MUC4 и была практически одинаковой. Однако на фоне скармливания свиноматкам в течение супоросности кормовой добавки наблюдались недостоверные различия абсолютного и среднесуточного приростов. Наибольший абсолютный прирост у свиноматок наблюдался у особей с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 8,5 % больше маток с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 3,1 % больше самок с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4). Физиологические особенности среднесуточного прироста массы тела у свиноматок также имели различия в зависимости от генотипа по генам FUT1 и MUC4. Наибольший среднесуточный прирост массы тела у свиноматок наблюдался у особей с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 6,1 % больше маток с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 2,3 % больше самок с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4). Следующим этапом исследования было изучение физиологических особенностей репродуктивной функции свиноматок в зависимости от генотипа по генам FUT1 и MUC4 (табл.2).

Анализ данных таблицы 2 позволяет заключить, что даже при применении дополнительных кормовых добавок к основному рациону, физиологические особенности репродуктивной функции свиноматок крупной белой породы отличались в зависимости от генотипа по генам FUT1 и MUC4. Физиологические показатели рота и развития поросят, полученных от свиноматок с разными генотипами, также имели достоверные различия, как при рождении, так и в процессе выращивания. Таким образом, полученные данные прямо указывают на факт того, что генетический профиль свиноматок по генам FUT1 и MUC4 оказывает определенное влияние на физиологические особенности репродуктивной функции, а также на особенности роста и развития животных.

Многоплодие у свиноматок крупной белой породы было наибольшим у особей с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), в среднем 10,8 поросенка на свиноматку, что на 12,5 % больше по сравнению с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 5,6 % больше генотипа AG/GC (FUT1/MUC4). Установленные физиологические особенности многоплодия, возможно, позволят более эффективно повышать технологические показатели воспроизводства стада в свиноводстве.

Важным физиологическим показателем, по которому оценивают репродуктивную функцию свиноматок, это крупноплодность. Нашими исследованиями установлено, что наибольшая крупноплодность была у свиноматок крупной белой породы с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), в среднем 1,27 кг, что на 6,3 % больше по сравнению с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 3,9 % больше генотипа AG/GC (FUT1/MUC4). Полученные различия могут показаться несущественными, однако в промышленных масштабах выращивания свиней разница даже в 3 % может стать решающей с экономической точки зрения.

Одним из важных характеристик репродуктивной функции свиноматок является масса гнезда при рождении. Лучшая масса гнезда при рождении была у свиноматок крупной белой породы с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), в среднем 13,8 кг, что на 15,2 % больше ($p<0,01$) по сравнению с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 10,1 % больше ($p<0,05$) от свиноматок с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4). При этом количество поросят в гнезде при рождении также было лучше у свиноматок с генотипами AA/GG и AG/GC, что на 22,5 % больше от свиноматок с генотипом GG/CC.

Следующей важной физиологической и технологической особенностью свиноматок является их молочность. Наилучшая молочность свиноматок крупной белой породы была установлена нами у особей с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 11,3 кг или на 21 % больше ($p < 0,01$) по сравнению с матками с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 3,1 кг или на 5,8 % больше от свиноматок с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4).

Масса гнезда при отъеме была наибольшей у свиноматок крупной бело породы с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 69 кг или на 35,6 % больше ($p<0,001$) по сравнению с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 11,64 кг или на 6% больше генотипа AG/GC (FUT1/MUC4). На этом фоне масса поросенка при отъеме также существенно различалась в зависимости от генотипа свиноматок крупной белой породы. Наибольшая средняя живая масса поросенка при отъеме была

Таблица 1. Физиологические особенности организма свиноматок разных генотипов по генам FUT1 и MUC4 в предродовый период (M±m, n=15)
Table 1. Physiological features of the body of sows of different genotypes according to the FUT1 and MUC4 genes in the prenatal period (M±m, n=15)

Показатели	Группа		
	Контрольн. GG/CC (FUT1/MUC4)	опытная 1 AA/GG (FUT1/MUC4)	опытная 2 AG/GC (FUT1/MUC4)
Живая масса при случке, кг	160,00 ±1,7	160,20 ±1,85	159,8 ±1,71
Живая масса при опоросе, кг	207,60 ±2,86	209,40 ±1,81	208,0 ±1,92
Длительность супоросности, дн.	114,80 ±1,59	114,6 ±1,63	114,4 ±1,81
Абсолютный прирост, кг	45,00 ±1,58	49,20 ±0,97	47,68 ±0,19
Среднесуточный прирост, г	402 ±7,07	428 ±9,21	418,36 ±0,79

Таблица 2. Физиологические особенности организма свиноматок разных генотипов по генам FUT1 и MUC4 в послеродовый период (M±m, n=15)
Table 2. Physiological features of the body of sows of different genotypes according to the FUT1 and MUC4 genes in the postpartum period (M±m, n=15)

Показатели	Группа		
	контрольн. GG/CC (FUT1/MUC4)	опытная 1 AA/GG (FUT1/MUC4)	опытная 2 AG/GC (FUT1/MUC4)
Многоплодие, голов	9,60±0,51	10,80±0,37	10,2 ±0,37
Крупноплодность, кг	1,19±0,05	1,27±0,04	1,22 ±0,01
Масса гнезда при рождении, кг	11,70±0,35	13,80±0,28**	12,4 ±0,42
Молочность, кг	42,50±2,0	53,80±1,99**	50,7 ±0,41**
Количество поросят в гнезде, гол.	7,60±0,4	9,8±0,2	9,8±0,2
Масса гнезда при отъеме, кг	124,84±8,15	193,84±7,31***	182,2 ±3,43***
Масса поросенка при отъеме, кг	16,40±0,34	19,78±0,61**	18,6 ±0,22**
Сохранность поросят, %	79,2	90,7	96,0

Примечание: *$p < 0,05$; **$p < 0,01$; ***$p < 0,001$ в сравнении с контрольной группой.

наибольшей от свиноматок с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4), что на 3,38 кг или на 17,1 % больше (p<0,01) по сравнению с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 1,18 кг или на 5,9 % больше генотипа AG/GC (FUT1/MUC4).

Сохранность поросят была наименьшей от свиноматок с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4), что было меньше на 11,5 % от сохранности поросят у маток с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4) и на 16,8 % меньше от маток крупной белой породы с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4). Таким образом, с точки зрения сохранности поросят наиболее желателен генотип свиноматок крупной белой породы AG/GC, затем AA/GG и GG/CC по генам FUT1 и MUC4.

Таким образом, нами впервые показаны функциональные особенности репродуктивной функции свиноматок крупной белой породы разных генотипов по генам FUT1 и MUC4 как в предродовый, так и в послеродовый периоды. Показанные физиологические особенности многоплодия, крупноплодности, молочности, массы гнезда при рождении и отъеме, и самое важное сохранности поросят от свиноматок крупной белой породы разных генотипов могут быть применены для практического улучшения показателей выращивания на производстве.

Заключение

Установлены физиологические особенности репродуктивной функции свиноматок крупной белой породы, интенсивности роста и развития в зависимости от генотипа по генам FUT1 и MUC4. После проведения анализа физиологических особенностей динамики изменения живой массы поросят в зависимости от аллелей по генам FUT1 и MUC4 выяснили, что многоплодие у свиноматок крупной белой породы было наибольшим у особей с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4): в среднем 10,8 поросенка на свиноматку, что на 12,5 % больше по сравнению с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4) и на 5,6 % больше генотипа AG/GC (FUT1/MUC4). Установленные физиологические особенности многоплодия, возможно, позволят более эффективно повышать технологические показатели воспроизводства стада в свиноводстве. Сохранность поросят была наименьшей от свиноматок с генотипом GG/CC (FUT1/MUC4), что было меньше на 11,5 % от сохранности поросят у маток с генотипом AA/GG (FUT1/MUC4) и на 16,8 % меньше от маток крупной белой породы с генотипом AG/GC (FUT1/MUC4). Таким образом, с точки зрения сохранности поросят наиболее желателен генотип свиноматок крупной белой породы AG/GC, затем AA/GG и GG/CC по генам FUT1 и MUC4.

Литература

1. Полиморфизм генов-маркеров воспроизводительной и откормочной продуктивности в ассоциации с селекционируемыми признаками свиней материнских пород / О.Я. Василюк, И.Ф. Гридюшко, Е.С. Гридюшко, Н.А. Лобан // Зоотехническая наука Беларуси. - 2017. - Т. 52, № 1. - С. 4-17. - EDN ZEVVAD.
2. Полиморфизм генов SMAD6 и AKT3 и их связь с продуктивными показателями свиней / Л.В. Гетманцева, О.В. Костюнина, С.Ю. Бакоев и др. // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. - 2019. - № 6. - С. 40-45. - DOI 10.26155/vet.zoo.bio.201906006. - EDN EOVHCZ.
3. Полиморфизм генов-маркеров воспроизводительной и откормочной продуктивности в ассоциации с селекционируемыми признаками свиней / Н.А. Лобан, О.Я. Василюк, И.Ф. Гридюшко и др. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. - 2017. - № 20-1. - С. 32-44. - EDN YNDXCB.
4. Марутянц, Н.Г. Полиморфизм генов стрессустойчивости (RYR I) и мясности (H-FABP) у ремонтного молодняка свиней / Н.Г. Марутянц, С.Ф. Силкина, А.В. Скокова // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. - 2013. - Т. 3, № 6. - С. 163-166. - EDN RDISDF.
5. Плахтюкова, В.Р. Использование высокобелковых кормов на основе сои в рационах свиней / В.Р. Плахтюкова // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. - 2016. - Т. 2, № 9. - С. 208-213. - EDN XBHDRD.
6. Плужникова, О.В. Полиморфизм генов RYR-1, ESR, H-FABP и его использование в селекции свиней / О.В. Плужникова, Н.Г. Марутянц, Е.И. Сердюков // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. - 2012. - Т. 3, № 1-1. - С. 149-152. - EDN PFHWMD.
7. Полиморфизм генов H-FABP, ESR и их роль в формировании продуктивности свиней мясных пород / В.П. Рыбалко, В.В. Семенов, И.Г. Рачков и др. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2012. - № 5. - С. 44-46. - EDN PBRNJJ.
8. Рыжова, Н.В. Полиморфизм генов эстрогенового и пролактинового рецепторов в популяции свиней крупной белой породы / Н.В. Рыжова, Л.А. Калашникова, Е.А. Черекаева // Зоотехническая наука Беларуси. - 2004. - Т. 39. - С. 110-115. - EDN ZITCKZ.
9. Семенов, В.В. Полиморфизм генов RYR-1, ESR, H-FABP и его использование в селекции свиней / В.В. Семенов, Л.Н. Чижова, Е.И. Сердюков // Ветеринарная патология. - 2013. - № 1(43). - С. 71-73. - EDN QARCYF.
10. Молекулярно-генетические методики в практической физиологии, ветеринарии и животноводстве / А.В. Ткачев, О. Л. Ткачева, Ю.И. Коровин, В.Г. Вертипрахов. - Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. - 317 с. - EDN PXDELI.
11. Мононуклеотидный полиморфизм промоторов генов-кандидатов контроля показателей продуктивности свиней / Н.С. Хопова, Б. Стефанон, Д. Гуатти и др. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2012. - № 4. - С. 39-45. - EDN OZEGLT.
12. Полиморфизм ДНК-маркеров, ассоциированных с качеством мяса у свиней трехпородного скрещивания / И.М. Чернуха, О.А. Шалимова, В.И. Крюков и др. // Все о мясе. - 2013. - № 2. - С. 30-33. - EDN QAPJKJ.

References

1. Polimorfizm genov-markerov vosproizvoditel`noj i otkormochnoj produktivnosti v associacii s selekcioniruemy`mi priznakami svinej materinskix porod / O.Ya. Vasilyuk, I.F. Gridyushko, E.S. Gridyushko, N.A. Loban // Zootexnicheskaya nauka Belarusi. - 2017. - T. 52, № 1. - S. 4-17. - EDN ZEVVAD.
2. Polimorfizm genov SMAD6 i AKT3 i ix svyaz`s produktivny`mi pokazatelyami svinej / L.V. Getmanceva, O.V. Kostyunina, S.Yu. Bakoev i dr. // Veterinariya, zootexniya i biotexnologiya. - 2019. - № 6. - S. 40-45. - DOI 10.26155/vet.zoo.bio.201906006. - EDN EOVHCZ.
3. Polimorfizm genov-markerov vosproizvoditel`noj i otkormochnoj produktivnosti v associacii s selekcioniruemy`mi priznakami svinej / N.A. Loban, O.Ya. Vasilyuk, I.F. Gridyushko i dr. // Aktual`ny`e problemy` intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. - 2017. - № 20-1. - S. 32-44. - EDN YNDXCB.
4. Marutyancz, N.G. Polimorfizm genov stressustojchivosti (RYR I) i myasnosti (H-FABP) u remontnogo molodnyaka svinej / N.G. Marutyancz, S.F. Silkina, A.V. Skokova // Sbornik nauchny`x trudov Stavropol`skogo nauchno-issledovatel`skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. - 2013. - T. 3, № 6. - S. 163-166. - EDN RDISDF.
5. Plaxtyukova, V.R. Ispol`zovanie vy`sokobelkovy`x kormov na osnove soi v racionax svinej / V.R. Plaxtyukova // Sbornik nauchny`x trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel`skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. - 2016. - T. 2, № 9. - S. 208-213. - EDN XBHDRD.
6. Pluzhnikova, O.V. Polimorfizm genov RYR-1, ESR, H-FABP i ego ispol`zovanie v selekcii svinej / O.V. Pluzhnikova, N.G. Marutyancz, E.I. Serdyukov // Sbornik nauchny`x trudov Stavropol`skogo nauchno-issledovatel`skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. - 2012. - T. 3, № 1-1. - S. 149-152. - EDN PFHWMD.
7. Polimorfizm genov H-FABP, ESR i ix rol` v formirovanii produktivnosti svinej myasny`x porod / V.P. Ry`balko, V.V. Semenov, I.G. Rachkov i dr. // Doklady` Rossijskoj akademii sel`skoxozyajstvenny`x nauk. - 2012. - № 5. - S. 44-46. - EDN PBRNJJ.
8. Ry`zhova, N.V. Polimorfizm genov e`strogenovogo i prolaktinovogo receptorov v populyacii svinej krupnoj beloj porody` / N.V. Ry`zhova, L.A. Kalashnikova, E.A. Cherekaeva // Zootexnicheskaya nauka Belarusi. - 2004. - T. 39. - S. 110-115. - EDN ZITCKZ.
9. Semenov, V.V. Polimorfizm genov RYR-1, ESR, H-FABP i ego ispol`zovanie v selekcii svinej / V.V. Semenov, L.N. Chizhova, E.I. Serdyukov // Veterinarnaya patologiya. - 2013. - № 1(43). - S. 71-73. - EDN QARCYF.
10. Molekulyarno-geneticheskie metodiki v prakticheskoj fiziologii, veterinarii i zhivotnovodstve / A.V. Tkachev, O. L. Tkacheva, Yu.I. Korovin, V.G. Vertipraxov. - Moskva: Rossijskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet - MSXA im. K.A. Timiryazeva, 2022. - 317 s. - EDN PXDELI.
11. Mononukleotidny`j polimorfizm promotorov genov-kandidatov kontrolya pokazatelej produktivnosti svinej / N.S. Xpopova, B. Stefanon, D. Guatti i dr. // Doklady` Rossijskoj akademii sel`skoxozyajstvenny`x nauk. - 2012. - № 4. - S. 39-45. - EDN OZEGLT.
12. Polimorfizm DNK-markerov, associirovanny`x s kachestvom myasa u svinej trexporodnogo skreshhivaniya / I.M. Chernuxa, O.A. Shalimova, V.I. Kryukov i dr. // Vse o myase. - 2013. - № 2. - S. 30-33. - EDN QAPJKJ.

Для цитирования / For citation:

Особенности репродуктивной функции свиноматок разных генотипов по генам FUT1 и MUC4 / А.В. Закирова, А.В. Ткачев, О.Л. Ткачева, Е.А. Нотина, И.А. Быкова // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.55–58.

Features of the reproductive function of sows according to the FUT1 and MUC4 genes / A.V. Zakirova, A.V. Tkachev, O.L. Tkacheva, E.A. Notina, I.A. Bykova // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.55–58.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-13

УДК 619:615.28/.9:57.084.1

Биологическая активность новых производных апорфинового алкалоида литебамина

[1]**Зубенко А.А.,** доктор биологических наук, главный научный сотрудник, alexsandrzubenko@yandex.ru
[2]**Клименко А. И.,** академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, dzni@mail.ru
[1]**Чекрышева В.В.,** доктор ветеринарных наук, доцент, директор, veterinar1987@mail.ru
[1]**Фетисов Л.Н.,** кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, fetisoff.leonid2018@yandex.ru
[1]**Святогорова А.Е.,** кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ученый секретарь sviatogorova.a@yandex.ru
[1]**Яровая Н.А.,** лаборант-исследователь, tkhim.sintez@yandex.ru
[1]Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал ФГБНУ "Федеральный Ростовский аграрный научный центр", г. Новочеркасск
[2]ФГБНУ "Федеральный Ростовский аграрный научный центр", Ростовская обл., Аксайский р-н, п. Рассвет

Ключевые слова: литебамин, апорфиновый алкалоид, биологическая активность, антибактериальная активность, фунгистатическая активность, протистоцидная активность.

Резюме. Фитохимические вещества класса алкалоидов в природе обладают разнообразной химической структурой и фармакологической активностью. Среди них апорфиноиды являются важным классом растительных вторичных метаболитов, которые уже давно используются в традиционной медицине для лечения многочисленных заболеваний человека. В литературе описан потенциал некоторых апорфиновых алкалоидов при раке молочной железы, плоскоклеточной карциноме полости рта, аденокарциноме легких, кровяном давлении, воспалительных заболеваниях, гиперлипидемии, аритмии, мышечных заболеваниях желудка и гломерулонефропатии. Исходя из глауцина нами ранее предложен удобный доступ к производным нафто[2,1-f]изохинолина (литебамина). Схема синтеза включает поэтапную пиридин-пиридиновую рециклизацию промежуточных аналогов N-ацилсекоапорфина. Ключевой исходной структурой для синтеза производных литебамина явилась иминиевая соль, из которой нами синтезировано 16 новых соединений. Из полученных данных можно сделать вывод, что характерная для апорфинов высокая антипротозойная активность присуща также и синтезированным нами производным литебамина. Так, семь соединений (№ 1, 2, 6, 10, 11, 14, 16) показали высокую активность в отношении простейших, причём два соединения (№ 1 и 11) в два раза более активны, чем препарат хлорохин, который используют в медицине для лечения малярии, а соединения № 2, 6, 14, 16 не уступают антикокцидийному препарату толтразурилу. Заметной антибактериальной активностью обладают структуры № 1, 2, 5, 6, 8, причём нитропродукт № 5 практически не уступает фуразолидону. Большинство синтезированных соединений не активны в отношении грибов, однако содержащие сульфамидную группу (№ 12, 13, 14) обладают заметной активностью. Интересно отметить, что для активности необходимо наличие хотя бы одного атома водорода у атома азота сульфамидной группы, что подтверждается отсутствием фунгистатических свойств у соединения № 15. В целом можно сделать заключение о перспективности поиска антипротозойных и антибактериальных структур в ряду алкалоида литебамина.

Biological activity of new derivatives of the aporphine alkaloid litebamine

[1]**Zubenko A.A.,** [2]**Klimenko A.I.,** [1]**Chekrysheva V.V.,** [1]**Fetisov L.N.,** [1]**Svyatogorova A.E.,** [1]**Yarovaya N.A.**
[1]NCZSRVI – branch of the FSBSI "Federal Rostov Agricultural Research Centre"
[2]FSBSI "Federal Rostov Agricultural Research Centre"

Key words: litebamine, aporphine alkaloid, biological activity, antibacterial activity, fungistatic activity, protistocidal activity

Abstract. Phytochemicals of the alkaloid class in nature have a diverse chemical structure and pharmacological activity. Among them, aporfinoids are an important class of plant secondary metabolites that have long been used in traditional medicine to treat numerous human diseases. The potential of some aporphine alkaloids in breast cancer, squamous cell carcinoma of the oral cavity, lung adenocarcinoma, blood pressure, inflammatory diseases, hyperlipidemia, arrhythmias, gastric muscle diseases and glomerulonephropathy has been described in the literature. Based on glaucin, we previously proposed convenient access to naphtho[2,1-f]isoquinoline (litebamine) derivatives. The synthesis scheme includes step-by-step pyridine-pyridine recycling of intermediate analogues of N-acylsecoaporphine. The key initial structure for the synthesis of litebamine derivatives was the iminium salt, from which we synthesized 16 new compounds. From the data in the table, it can be concluded that the high antiprotozoal activity characteristic of aporphins is also inherent in the lithium derivatives synthesized by us. So, seven connections (№ 1, 2, 6, 10, 11, 14, 16) they showed high activity against protozoa, and two compounds (No. 1 and 11) are twice as active as the drug chloroquine, which is used in medicine to treat malaria, and compounds No. 2, 6, 14, 16 are not inferior to the anticoccidium drug toltrazuril. The structures have a noticeable antibacterial activity № 1, 2, 5, 6, 8, moreover, nitroproduct No. 5 is practically not inferior to furazolidone. Most of the synthesized compounds are not active against fungi, but those containing a sulfamide group (No. 12, 13, 14) have noticeable activity. It is interesting to note that activity requires the presence of at least one hydrogen atom in the nitrogen atom of the sulfamide group, which is confirmed by the lack of fungistatic properties in compound No. 15. In general, it can be concluded that the search for antiprotozoal and antibacterial structures in the series of the litebamine alkaloid is promising.

Введение

В обзорной работе Kanika Patel and Dinesh Kumar Patel (2025) показано, что растения всегда были важным источником лекарственных препаратов. В последние десятилетия популярность растительных лекарственных средств во многих странах возросла. Растительные лекарственные средства содержат множество активных фитокомпонентов с различ-

ной биологической активностью. Фитохимические вещества класса алкалоидов в природе обладают разнообразной химической структурой и фармакологической активностью. Среди них апорфиноиды являются важным классом растительных вторичных метаболитов, которые уже давно используются в традиционной медицине для лечения многочисленных заболеваний человека. В работе описан биологический потенциал одного из апорфиновых алкалоидов, а именно, дицентрина при раке молочной железы, плоскоклеточной карциноме полости рта, аденокарциноме легких, кровяном давлении, воспалительных заболеваниях, гиперлипидемии, аритмии, мышечных заболеваниях желудка и гломерулонефропатии. Кроме того, было установлено, что его эффективность в медицине обусловлена главным образом его антитромбоцитарным, альфа-1-адренорецепторным, эпидермальным фактором роста, антипротозойным, ларвицидным, антимикробным, ингибирующим топоизомеразу II и ацетилхолинэстеразу потенциалом [20].

Изохинолиновая система содержится во многих алкалоидах, и по этой и другим причинам синтезу производных изохинолина уделяется значительное внимание. Тем не менее, нафто[2,1-f]изохинолинам уделялось очень мало внимания с химической точки зрения. Однако ситуация резко изменилась после выделения двух представителей этого семейства – литебамина и аноретина. Литебамин был первым фенантреновым алкалоидом, выделенным из Litsea cubeba, и он хорошо зарекомендовал себя в качестве лекарственного средства как антиагрегант тромбоцитов и ингибитор ацетилхолинэстеразы. Ранее эти авторы сообщали о некоторых исследовательских работах по синтезу 1,2,3,4-тетрагидронафто[2,1-f]изохинолинов. В этой работе M. Carme Pampin et al. (2003) описывают первый полный синтез тетразамещенных 1,2,3,4-тетрагидронафто[2,1-f]изохинолинов: O, O-диметиллитебамина и O-метиллитебамина [21].

Литебамин, фенантреновый алкалоид, был выделен из древесины Litsea cubeba. На основе спектрального анализа была установлена его структура как 3,7-дигидрокси-4,6-диметокси-N-метил-тетрагидропиридо[4,3-a]фенантрена (рисунок 1) [14].

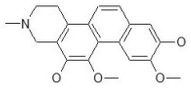


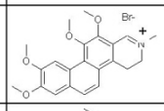
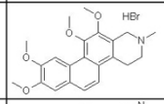
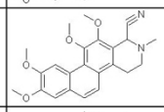
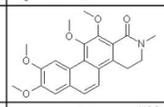
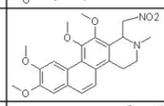
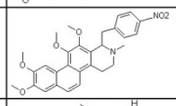
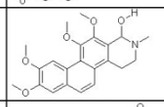
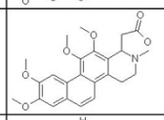
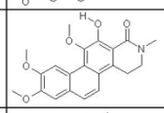
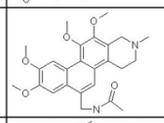
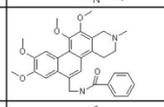
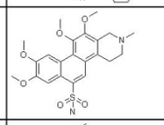
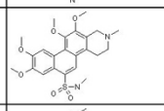
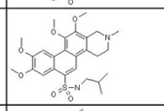
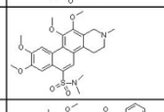
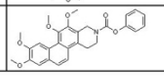
Рисунок 1. Структура литебамина
Figure 1. Structure of litebamine

В одной из первых работ Chi-Hung Huang et all (2008) по изучению биологической активности литебамина было доказано, что литебамин, природный фенантреновый алкалоид из древесины Litsea cubeba, ингибирует агрегацию тромбоцитов и образование тромбоксана B2, что свидетельствует о его антитромботической активности [15].

В работе Hiroshi Hara et all (1995) описаны методы синтеза производных литебамина, что указывает на интерес к структурам этого алкалоида со стороны фармацевтики. Обработка N-цианометил-6-гидрокси-1,2,3,4-тетрагидроизохинолиниевого метилиодида NaOMe в MeOH вызывала расщепление связи C1-N и одновременную рециклизацию с получением 8-гидрокси-5-метоксиметил-1,2,3,4-тетрагидроизохинолина. С помощью перегруппировки был осуществлен синтез литебамина [5].

Интерес к литебамину показали Shoei-Sheng Lee et all (1992), разработав полусинтетический метод его синтеза, исходя их другого апорфинового алкалоида болдина. Основные реакции включают реакцию фон Брауна, полное бензилирование и расщепление по Гофману в одном реакторе, а также реакцию Манниха [4].

Таблица 1. Номера новых соединений, их структура и биологическая активность
Table 1. Numbers of new compounds, their structure and biological activity

№ соединени	Структура	*Colpoda st.*, мкг/мл	*Penic. it.*, мм	*St. aureus*, мм	*E. coli*, мм
1		3,9	0	7	15
2		15,6	0	7	15
3		>500	0	0	12
4		500	0	8	10
5		500	0	12	15
6		250	0	20	15
7		>500	0	0	10
8		500	0	14	7
9		>500	0	6	7
10		15,6	6	0	10
11		3,9	6	8	12
12		250	14	8	10
13		>500	14	8	10
14		31,25	14	8	9
15		>500	0	10	10
16		62,5	6	0	0
Хлорохин		7,8			
Толтразурил		62,5			
Фундазол			40		
Фуразолидон				18	20
Ципрофлоксацин				24	26

В исследовании Nisachon Khunnawutmanotham et al. (2017) описан простой и эффективный однореакторный метод синтеза тетрагидронафто[2,1-f]изохинолинового алкалоида. Биариловый субстрат, защищенный N-аминоальдегидом, подвергался реакциям циклизации по типу домино-Пикте-Шпенглера/Фриделя-Крафтса для получения тетрагидронафто[2,1-f]изохинолинового каркаса. Литебамин, природное соединение, был получен с использованием предложенного подхода с целью иллюстрации полезности метода [12].

Алкалоиды, которые когда-то считались отходами метаболизма, участвуют в развитии фармакологии и медицины. Благодаря своему структурному разнообразию и относительно слабой основности, алкалоиды являются интересными биологически активными соединениями, и нашли множество применений в качестве лекарственных средств в повседневной жизни человека. Таким образом, они привлекли большое внимание и заинтересовали химиков-органиков, создавая стимул для синтеза многочисленных синтетических лекарственных средств, имеющих соответствующий структурный каркас, аналогичный их природным аналогам. В продолжение интереса к применению так называемых именных реакций синтеза гетероциклов и в общем синтезе природных продуктов в этой статье Majid M. Heravi et al. (2020) описали применение реакции Виттига в общем синтезе алкалоидов, особенно тех, которые проявляют разнообразную биологическую активность [8].

Поскольку было доказано, что N-алкил-норлитебамины обладают антиацетилхолинэстеразной активностью, целью исследования Ya-En Cheng et al. (2023) было получение родственных аналогов для проверки взаимосвязи их структуры и активности. Были разработаны и синтезированы соединения с химическим каркасом 2а-алкилнорлитебаминов. Молекулярный докинг In silico 13 соединений на матрице ацетилхолинэстеразы показал, что два соединения показали самые высокие показатели докинга (ΔG) (-20,56 ккал/моль и -19,76 ккал/моль соответственно). Таким образом, соединения данного ряда могут послужить основой для изучения потенциальных ингибиторов ацетилхолинэстеразы для лечения болезни Альцгеймера [22].

Природные полициклические ароматические продукты обладают множеством удивительных биологических свойств, а их разнообразные схемы замещения аренами послужили основой для разработки оригинальных стратегий при их синтезе. Литебамин, тоддахинолин и сантиагонамин – биологически активные вторичные растительные метаболиты, имеющие общий фенантреновый скелет. Классические подходы к получению фенантренов из предшественников стильбена включают реакции Пшорра и Мэллори. Emily K. Kirkeby et al. (2023) подчеркивают необходимость разработок новых стратегий синтеза фенантреновых систем, причем они смогли показать, что дезаминирующее сшивание включает каскадную последовательность реакций, в которой метилирование амина, перегруппировка [1,2]-Стивенса полученного катиона аммония и дегидроаминирование перегруппированного третичного амина приводят к получению фенантреновых систем разнообразного строения. Авторы разработали стратегию создания, циклизации и сокращения полициклических (гетеро) ароматических соединений, кульминацией которой является четырехэтапный полный синтез тоддахинолина. Учитывая простые исходные материалы, эта стратегия может быть легко применена для получения замещенных полициклических (гетеро) ароматических соединений, которые могут быть использованы в качестве разнообразной основы многих биоактивных полициклических природных продуктов [11].

В статье M. Carme Pampin et al. (2001) описывается первый полный синтез 1,2,3,4-тетрагидронафто[2,1-f]изохинолин (аноретина) из N-карбэтокси-о-стирилфенилэтиламинов. Ключевыми этапами были реакция Бишлера-Напеpальского с образованием изохинолинового звена и фотоциклизация полученного 5-стирилизохинолина в нафтоизохинолин. Единственными природными продуктами, содержащими 1,2,3,4-тетрагидронафто[2,1-f] изохинолиновый скелет, являются относительно недавно открытые алкалоиды аноретин и литебамин. Это объясняет, почему 1,2,3,4-тетрагидронафто[2,1-f] изохинолиновому каркасу уделялось мало внимания с химической точки зрения, за исключением предварительного изучения синтетических подходов и биомиметического синтеза из его, вероятно, биогенетического предшественника болдина. Однако фармакологические исследования выявили антитромбоцитарные эффекты и антиацетилхолинэстеразную активность литебамина, а также цитотоксическое действие свойства аноретина, что значительно повысило интерес к этим структурам. Немаловажным обстоятельством явилось то, что тетрагидронафто[2,1-f]-изохинолины являются потенциальными антибактериальными и противоопухолевыми средствами, поскольку они имеют тетрациклическую конденсированную структуру, присущую многим противомикробным препаратам [13].

Мы также внесли существенный вклад в методы синтеза производных апорфинов, в частности, литебамина. Исходя из глауцина А, нами предложен удобный доступ к производным нафто[2,1-f]изохинолина (литебамина) Б. Схема 1 синтеза включает поэтапную пиридин-пиридиновую рециклизацию промежуточных аналогов N-ацилсекоапорфина (рисунок 2).

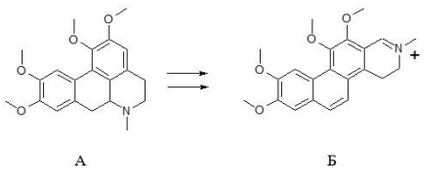


Рисунок 2. Схема 1
Figure 2. Scheme 1

Ключевой исходной структурой для синтеза производных литебамина явилась иминиевая соль Б. Один из наиболее доступных алкалоидов апорфина, глауцин А, был выбран в качестве удобной модели для демонстрации преимуществ предложенного синтетического подхода. Это соединение также использовалось в качестве модели в нашей предыдущей работе, в которой сообщалось о способности апорфинов превращаться в соли 3,4-дигидронафто-[2,1-f]изохинолиния. Мы показали, что рециклизация с последующим противоионным обменом обеспечивает эффективное превращение глауцина в 8,9,11,12-тетраметокси-3,4-дигидронафто[2,1-f]изохинолиниевый перхлорат Б, который является первым известным примером солей 3,4-дигидронафто[2,1-f]изохинолиния и, в то же время, реакционноспособной окисленной формаой О,О-диметилзамещенного литебамина, алкалоида фенантренового ряда [17].

Материалы и методы

Методики синтеза соединений 1-16 представлена в таблице 1. Соединение 2 получено восстановлением иминиевой соли 1 боргидридом натрия в спиртовой среде, а соединение 4 - окислением 1 йодом в щелочной среде. Структуры 3, 5, 6 и 9 синтезированы присоединением к двойной связи соли 1 циангруппы, нитрометана, пара-нитротолуола и гидроксильной группы, соответственно. Аминометильные производные 10 и 11 получены реакцией амидометилирования структуры 2 с помощью гидроксиметильных производных ацетамида и бензамида по Айнхорну. Нагреванием в диметилформамиде смеси натриевой соли малоновой кислоты и иминиевой соли 1 получен продукт 8. Сульфамидные соединения 12-15 получены реакцией сульфохлорирования с помощью хлорсульфо-

новой кислоты при низкой температуре с последующей реакцией сульфоамидирования с применением аммиака, метиламина, изобутиламина и диметиламина, соответственно. Соединение 16 получено деметилированием производного 2 (в виде основания) с помощью фенилкарбамоилхлорида.

Биологическая часть. Протистоцидную активность устанавливали методом серийных разведений в жидкой питательной среде, минимальную подавляющую концентрацию оценивали в мкг/мл [1, 2]. Антибактериальную [9, 16] и фунгистатическую активность определяли диско-диффузионным методом, оценивали активность соединений по величине зоны задержки культуры в мм. Методики определения антипротозойной, фунгистатической и антибактериальной активности в модификации СКЗНИВИ [3, 6, 10, 18, 19] описаны на английском языке в журнале "Polyhedron" [7].

Результаты исследования

Номера соединений, их структура и биологическая активность представлены в таблице 1.

Заключение

Из данных таблицы можно сделать вывод, что характерная для апорфинов высокая антипротозойная активность присуща также и синтезированным нами производным литебамина. Так, семь соединений (№ 1, 2, 6, 10, 11, 14, 16) показали высокую активность в отношении простейших, причём два соединения (№ 1 и 11) в два раза более активны, чем препарат хлорохин, который используют в медицине для лечения малярии, а соединения № 2, 6, 14, 16 не уступают антикокцидийному препарату толтразурилу. Заметной антибактериальной активностью обладают структуры № 1, 2, 5, 6, 8, причём нитропродукт № 5 практически не уступает фуразолидону. Большинство синтезированных соединений не активны в отношении грибов, однако содержащие сульфамидную группу (№ 12, 13, 14) обладают заметной активностью. Интересно отметить, что для активности необходимо наличие хотя бы одного атома водорода у атома азота сульфамидной группы, что подтверждается отсутствием фунгистатических свойств у соединения № 15. В целом можно сделать заключение о перспективности поиска антипротозойных и антибактериальных структур в ряду алкалоида литебамина.

Литература:

1. Синтез и антипротозойная активность тиоариловых эфиров ряда пиридина / Л.Н. Фетисов, А.А. Зубенко, К.Н. Кононенко, А.Е. Святогорова // Ветеринария и кормление. - 2021. - № 5. - С. 31-34. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-5-8. - EDN CSFJWV.
2. Синтез и антипротозойная активность 2-феноксипроизводных пиридина / А.А. Зубенко, Л.Н. Фетисов, К.Н. Кононенко, А.Е. Святогорова // Ветеринария и кормление. - 2021. - № 5. - С. 28-30. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-5-7. - EDN KDAHSO.
3. A new method for constructing pyrido[3',2':4,5]imidazo[1,2-b]pyridazine system and preparation of its derivatives / A.A. Zubenko, V.S. Sochnev, A.S. Morkovnik [et al.] // Mendeleev Communications. - 2025. - Vol. 35, №. 1. - P. 24-26. - DOI 10.71267/mencom.7457. - EDN IBAVPY.
4. A facile semisynthesis of litebamine, a novel phenanthrene alkaloid, from boldine via a biogenetical approach / S.-S. Lee, Y.-J. Lin, M.-Z. Chen et al. // Tetrahedron Letters. - 1992. -Vol. 33, № 42. - P. 6309-6310. https://doi.org/10.1016/S0040-4039(00)60960-7
5. A novel ring cleavage and recyclization of N-cyanomethyl-1,2,3,4-tetrahydroisoquinolinium methiodides: A biomimetic synthesis of litebamine / Hiroshi Hara, Ken-ichi Kaneko, Masaki Endoh, Hideharu Uchida, Osamu Hoshino // Tetrahedron. - 1995. - Vol. 51, № 37. - P. 10189-10204. https://doi.org/10.1016/0040-4020(95)00614-E
6. Bioactive mixed-ligand zinc(II) complexes with 1H-tetrazole-5-acetic acid and oligopyridine derivatives / E.A. Ermakova, Ju.A. Golubeva, K.S. Smirnova et al. // Polyhedron. - 2023. - Vol. 230. - P. 116213. - DOI 10.1016/j.poly.2022.116213. - EDN DCLRON.
7. Synthesis, characterization, luminescent properties and biological activities of zinc complexes with bidentate azomethine schiff-base ligands / A.S. Burlov, Y.V. Koshchienko, N.I. Makarova et al. // Polyhedron. - 2018. - T. 154. - P. 65-76. DOI: 10.1016/j.poly.2018.07.0341.
8. Chapter Three - Recent applications of the Wittig reaction in alkaloid synthesis / M.M. Heravi, V. Zadsirjan, H. Hamidi et al. // The Alkaloids: Chemistry and Biology. - 2020. - Vol. 84. - P. 201-334. https://doi.org/10.1016/bs.alkal.2020.02.002.
9. Complexes of Fe(III), Co(III), and Cu(II) with Acylhydrazones Containing a Triphenylphosphonium Fragment: Synthesis, Crystal Structure, and Antibacterial Activity / A.K. Matiukhina, E.N. Zorina-Tikhonova, N.V. Gogoleva et al. // Russian Journal of Coordination Chemistry. - 2025. - Vol. 51, №. 5. - P. 328-339. DOI 10.1134/S1070328425600275. - EDN MFCDJO.
10. Cytotoxic mixed-ligand copper(ii) complexes with 1H-tetrazole-5-acetic acid and oligopyridine derivatives / E.A. Ermakova, Yu.A. Golubeva, K.S. Smirnova et al. // New Journal of Chemistry. - 2023. - Vol. 47, № 19. - P. 9472-9482. DOI 10.1039/D3NJ00568B. - EDN UXKCPM.
11. Deaminative ring contraction for the synthesis of polycyclic heteroaromatics: a concise total synthesis of toddaquinoline / E.K. Kirkeby, Z.T. Schwartz, M.A. Lovasz, A.G. Roberts // Chemical Science. - 2023. - Volume 14, № 38. - P. 10508-10514. https://doi.org/10.1039/d3sc03936f.
12. Efficient One-Pot Synthesis of Tetrahydronaphtho[2,1-f]isoquinolines by Using Domino Pictet-Spengler/Friedel-Crafts-Type Reactions / N. Khunnawutmanotham, P. Sahakitpichan, N. Chimnoi, S. Techasakul. // European Journal of Organic Chemistry. - 2017. - № 43, - P. 6434-6440. https://doi.org/10.1002/ejoc.201701243
13. First total synthesis of the 1,2,3,4-tetrahydronaphtho[2,1-f]isoquinoline annoretine / M.C. Pampin, J.C. Estevez, L. Castedo, R.J. Estevez // Tetrahedron Letters. - 2001. - Vol. 42, № 12. - P. 2307-2308. https://doi.org/10.1016/S0040-4039(01)00168-X.
14. Litebamine, a novel phenanthrene alkaloid from Litsea cubeba / Y.-C. Wu, J.-Y. Liou, C.-Y. Duh et al. // Tetrahedron Letters. - 1991. - Vol. 32, № 33 -P.s 4169-4170. https://doi.org/10.1016/S0040-4039(00)79894-7
15. Litebamine, a phenanthrene alkaloid from the wood of Litsea cubeba, inhibits rat smooth muscle cell adhesion and migration on collagen / C-H. Huang, W.-J. Huang, S.-J. Wang et al. // European Journal of Pharmacology. - 2008. - Vol. 596, № 1-3. - P. 25-31. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2008.08.013
16. New Manganese(II) Coordination Compounds with 4-((1 H -Pyrrol-2-yl)methylene-amino)-4 H -1,2,4-triazole / A.A. Bovkunova, E.S. Bazhina, M.A. Shmelev et al. // Russian Journal of Coordination Chemistry. - 2025. - Vol. 51, №. 6. - P. 472-487. DOI 10.1134/S1070328425600500. - EDN WZVDDV.
17. Recyclization of glaucine as a new route to litebamine derivatives / A.A. Zubenko, A.S. Morkovnik, L.N. Divaeva et al. // Mendeleev Communications. - 2018. - Vol. 28, № 1. - P. 58-60. https://doi.org/10.1016/j.mencom.2018.01.019.
18. Synthesis of New N-[β-(Hetero)arylethyl]benzimidazole-2-carbothioamides and Their Analogues as Anti-Infective Agents and Compounds with Possible Neuro(psycho)tropic and Anticancer activity / L.N. Divaeva, A.A. Zubenko, A.S. Morkovnik et al. // Russian Journal of General Chemistry. - 2024. - Vol. 94, № 2. - P. 341-351. DOI 10.1134/S1070363224020105. - EDN DFZNNU.
19. Synthesis, structure and biological properties of the zinc(II) complexes with 5-(4-chlorophenyl)-1H-tetrazole and oligopyridine derivatives / E.A. Ermakova, Yu.A. Golubeva, K.S. Smirnova et al. // Inorganica Chimica Acta. - 2024. - Vol. 571. - P. 122217. DOI 10.1016/j.ica.2024.122217. - EDN DIBKJX.
20. Patel K. Therapeutic Potential of Dicentrine in Human Disorders: A Review On Medicinal Importance and Pharmacological Activities of Aporphine Alkaloid / K. Patel, D.K. Patel // The Natural Products Journal. - 2025. - Vol. 15, №2, - P. 10. https://doi.or
of 8,9,1 g/10.2174/0122103155280229240404041828.
21. Total synthesis 1,12-tetramethoxy-2-methyl-1,2,3,4-tetrahydronaphtho[2,1-f]isoquinoline and 8,9,11-trimethoxy-2-methyl-1,2,3,4-tetrahydronaphtho[2,1-f]isoquinolin-12-ol / M.C. Pampin, J.C. Estevez, R.J. Estevez, L. Castedo // ARKIVOC. - 2003. - №15. - P. 29-38 DOI:10.3998/ark.5550190.0004.f05 .
22. 2a-Alkylnorlitebamines and (7a,8)-didehydroisohomoaporphines: Synthesis and antiacetylcholinesterase activity verified via in silico molecular docking / Y.-E. Cheng, S.-L. Ho, S.-F. Tsai et al. // Synthetic Communications. - 2023. - Volume 53, № 24. - P. 2134-2148. https://doi.org/10.1080/00397911.2023.2274365.

References

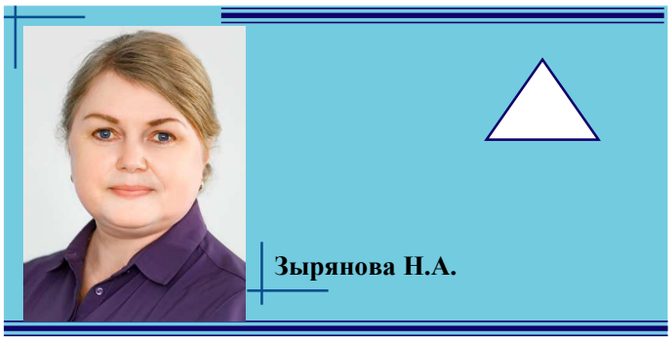
1. Sintez i antiprotozojnaya aktivnost` tioarilovy`x e`firov ryada piridina / L. N. Fetisov, A.A. Zubenko, K.N. Kononenko, A.E. Svyatogorova // Veterinariya i kormlenie. - 2021. - № 5. - S. 31-34. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-5-8. - EDN CSFJWV.
2. Sintez i antiprotozojnaya aktivnost` 2-fenoksiproizvodny`x piridina / A.A. Zubenko, L.N. Fetisov, K.N. Kononenko, A.E. Svyatogorova // Veterinariya i kormlenie. - 2021. - № 5. - S. 28-30. - DOI 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2021-5-7. - EDN KDAHSO.

Для цитирования / For citation

Биологическая активность новых производных апорфинового алкалоида литебамина / Зубенко А.А. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.59–62.

Biological activity of new derivatives of the aporphine alkaloid litebamine / Zubenko A.A. [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.59–62.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-14



УДК 619: 636.934

Особенности физиологического состояния пушных зверей при дизурии

[1]**Зырянова Н.А.,** кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры zyryanovana@gausz.ru
[1,2]**Столбова О.А.,** доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой stolbovaoa@gausz.ru
[1]**Калугина Е.Г.,** кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры kalugina.ea@asp.gausz.ru
[1]**Щелокова В.А.,** ассистент кафедры, schelokova.va.s24@ibvm.gausz.ru
[1]**Кухтерина Д.А.,** ассистент кафедры, kuxterinada.23@ibvm.gausz.ru
[1]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Тюменский государственный университет (ФГАОУ ВО "Тюменский государственный университет", Тюменский государственный университет, ТюмГУ), г. Тюмень
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, г. Тюмень, Россия

Ключевые слова: пушные звери, соболь, условия содержания и кормления, дизурия, клинические проявления, диагностика, физиологическое состояние, профилактика.

Резюме. В работе представлены материалы исследований по влиянию на физиологическое состояние пушных зверей различных факторов, способствующих проявлению дизурии. Как показали результаты исследований, наиболее подвержен заболеванию дизурии молодняк самцов. Из пушных зверей болеют норки, соболи, реже лисицы, песцы и еноты. Проявление подмокания, при значительных дефектах ухода и кормления достигает до 50 % молодняка самцов и около 20 % самок от общего поголовья зверей. В условиях изучаемого предприятия, условия размещения пушных зверей (соболей) соответствовали предъявляемым требованиям. При анализе используемого рациона, был выявлен избыток кальция и жира, благодаря чему у соболей образовывались труднорастворимые мыла, снижающие поверхностное натяжение мочи. Поэтому моча вытекала не сЫтруйкой, а каплями, растекаясь по животу, вызывая мацерацию, раздражение и воспаление кожи, выпадение и депигментацию волос. Такое состояние, несомненно, приводило к проявлению подмокания (дизурии) у данных животных. При исследовании мазков, взятых с поврежденных мест, выделены микроорганизмы такие, как Streptococcus speciales (8,35 %) Staphylococcus aureus (6,53 %), Pseudomonas aeruginosa (24,27 %), Escherichia coli (26,42 %), Proteus Vulgaris (18,32 %), Proteus mirailis (16,11 %), у всех больных зверей. Такое соотношение полученной микрофлоры, свидетельствовало о начальной стадии заболевания, когда преимущественно присутствуют кишечная и синегнойная палочки. Для снижения проявления заболеваний дизурии у соболей и повышения резистентности организма в условиях предприятия нами было рекомендовано обеспечение пушных зверей полноценным кормлением, сбалансированными рационами по основным питательным веществам, особенно по жиру, кальцию, углеводам и витаминам А, Е, B_{12}, Н, также условиями содержания, отвечающими требованиям. Своевременно проводить профилактические мероприятия по недопущению проявления дизурии. При выявлении подмокания, лечение начинать в самые ранние сроки, что будет способствовать выздоровлению пушных зверей.

Features of the physiological state of fur-bearing animals in dysuria

[1]**Zyryanova N.A.,** [1,2]**Stolbova O.A.,** [1]**Kalugina E.G.,** [1]**Shchelokova V.A.,** [1]**Kukhterina D.A.**
[1]University of Tyumen, Tyumen, Russia
[2]The All-Russian Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology is a branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

Key words: fur-bearing animals, sable, conditions of maintenance and feeding, dysuria, clinical manifestations, diagnosis, physiological state, prevention

Abstract. This paper presents research data on the impact of various factors contributing to dysuria on the physiological state of fur-bearing animals. The results showed that young males are most susceptible to dysuria. Among fur-bearing animals, mink and sable are affected, and, less commonly, foxes, arctic foxes, and raccoons. With significant deficiencies in care and feeding, dysuria affects up to 50% of young males and approximately 20% of females of the total animal population. At the studied farm, the housing conditions for fur-bearing animals (sables) met the established requirements. An analysis of the diet revealed an excess of calcium and fat, which caused the sables to form poorly soluble soaps, which reduced the surface tension of urine. Consequently, urine flowed not in a stream, but in drops, spreading over the abdomen, causing maceration, skin irritation and inflammation, hair loss, and depigmentation. This condition undoubtedly led to the manifestation of dysuria in these animals. When examining swabs taken from the injured areas, microorganisms such as Streptococcus speciales (8.35 %), Staphylococcus aureus (6.53 %), Pseudomonas aeruginosa (24.27 %), Escherichia coli (26.42 %), Proteus vulgaris (18.32 %), and Proteus mirailis (16.11 %) were isolated in all sick animals. This ratio of the obtained microflora indicated the initial stage of the disease, when Escherichia coli and Pseudomonas aeruginosa were predominantly present. To reduce the incidence of dysuria in sables and enhance their resistance under farm conditions, we recommended providing fur-bearing animals with complete feed, balanced rations containing essential nutrients, particularly fat, calcium, carbohydrates, and vitamins A, E, B_{12}, and H, as well as housing conditions that meet the requirements. Preventive measures should be implemented promptly to prevent the occurrence of dysuria. If waterlogging is detected, treatment should be initiated as soon as possible to facilitate the recovery of fur-bearing animals.

Введение

Физиологическое состояние пушных зверей в норме важно для обеспечения сохранности поголовья и повышения продуктивности стада в условиях клеточного звероводства. Отклонения от нормы могут указывать на нарушения в работе организма, которые требуют диагностики и коррекции. На физиологическое состояние пушных зверей влияют климатические факторы (температура, влажность, скорость движения воздуха) и условия содержания (ограниченность пространства в клетках, загрязнение воздуха). Например, перегрев воздуха может привести к потере веса и ослаблению корневых луковиц остевого волоса. Также на здоровье животных влияют не отвечающие требованиям условия кормления, вследствие недостатка питательных веществ или избытка определённых компонентов в рационе. Такое состояние может привести к проявлению многих заболеваний, в том числе дизурии.

Не соблюдение зоогигиенических условий кормления и содержания пушных зверей является одной из причин проявления подмокания (дизурии) у этих животных, в частности у молодняка соболей.

В большинстве случаев, к этому приводит дисбаланс в кормлении, вследствие недостатка в рационе углеводистых кормов и при избытке жиров. При расщеплении последних в организме образуются дикарбозиловые кислоты, которые, выделяясь с мочой, способствуют лёгкому впитыванию её в волосяной покров. Нарушение соотношения в кормах кальция, фосфора и жира также может привести к проявлению подмокания. При избытке кальция и жира образуются труднорастворимые мыла. Они снижают поверхностное натяжение мочи, и она во время мочеиспускания растекается по кожному покрову. Скармливание зверям недоброкачественных кормов, инфицированных бактериями (протеем, эшерехиями, др.), в частности субпродуктов, голов и внутренностей птиц, а также недоброкачественной рыбы, при несоблюдении условий хранения и приготовления, несомненно приведет к условиям, способствующим проявлению дизурии. К выше обозначенным факторам относится еще и недостаток в кормах витаминов А, Е, Н, и В12 [1, 10, 21].

На здоровье пушных зверей влияют и климатические и микроклиматические факторы, такие как температура, влажность, скорость движения воздуха, солнечная радиация. Повышенная концентрация углекислого газа и аммиака в воздухе ослабляет сопротивляемость организма и подготавливает почву для различных заболеваний, в том числе и проявлению дизурии. И одним из важных факторов, влияющих на проявление многих заболеваний у пушных зверей, это стресс. Стрессовые ситуации в течение важных периодов производственного года у пушных зверей, таких как гон, беременность, выращивание молодняка, существенным образом влияют на ослабление здоровья и проявлению заболеваний, в том числе дизурии [3, 4].

Впервые сведения о данном заболевании были опубликованы в 1948 году исследователем Любашенко С.Я., как самостоятельное заболевание бактериального происхождения. В 1957–58 гг. Leoschke W. выявил прямую связь между заболеваемостью подмоканием и чрезмерным содержанием в корме прогорклых жиров [5, 6, 7, 8, 20].

Распространение дизурии в нашей стране и за рубежом отмечено преимущественно в норководческих и соболеводческих звероводческих хозяйствах. В период убоя, подмокание может охватить 10–50 % самцов и порядка 20 % самок молодняка. Из-за возможной гибели зверей и ухудшения качества шкурок, болезнь наносит большой экономический ущерб [9, 10, 12].

Заболеванию чаще подвержены быстро растущие самцы, поедающие больше корма, чем самки, или отстающие в росте самцы. Первичная дизурия наблюдается при избыточном содержании в рационе жира и кальция при недостатке углеводов. В результате такого кормления образуются трудно растворимые мыла, снижающие поверхностное натяжение мочи. Поэтому моча вытекает не струйкой, а каплями, растекаясь по животу, впитывается волосами. Вследствие воспаления и сужения препуциального отверстия, выдвижение пениса сопровождается болевыми ощущениями, из-за чего самцы испускают мочу непосредственно из препуция на прилегающие к нему волосы [13, 18].

У норок, к примеру, некоторых окрасов, особенно пастелевых отмечена наибольшая чувствительность к подмоканию. Из всех перечисленных причин, у пушных зверей есть и генетическая предрасположенность к данному заболеванию, воздействие факторов окружающей среды (низкая температура) и весенняя или осенняя линька [19].

Вторичная дизурия возникает при скармливании зверям условно годных и недоброкачественных кормов, контаминированных протеем, эшерехиями, стафилококками и др. У 90 % больных самцов в препуции, при исследовании на микрофлору, присутствовали бактерии P. vulgaris. Причинами возникновения вторичной дизурии также являются протекающие заболевания уроцистит и уролитиаз, при дефиците витамина B_4 (холина), и нарушении генитальных функций.

Снижению заболеваемости почти в два раза способствует тщательная проварка или глубокое промораживание при температуре -23/-29 °С кормов, предназначенных для скармливания пушным зверям. Из кормов животного происхождения в рационах пушных зверей используют, как правило, птичьи и рыбьи отходы, малоценные субпродукты от сельскохозяйственных животных и т.п. Удаление прогорклого жира из рациона с одновременным добавлением витамина B_4, по данным ряда исследователей, также быстро снижает заболеваемость дизурией. И наоборот, излишние добавки к корму свободного жира, всегда сопровождаются ростом данного заболевания. У больных зверей моча выделяется почти непрерывно. Постоянное выделение мочи вызывает мацерацию и раздражение кожи, выпадение и депигментацию волос, воспаление кожи и подкожных тканей, окружающих пенис или влагалище. От зверей исходит неприятный запах. Звери теряют аппетит и худеют. При отягощении патологического процесса отмечают уплотнение и изъязвление кожи, часто развивается воспаление препуция, парез задних конечностей, истощение и гибель [14, 15, 17].

Рисунок 1. Внутренний вид шеда (а) и вид снаружи (б) (оригинал фото)
Figur 1. Inside view of shed (a) and outside view (b) (original photo)

У лисиц, песцов и енотов дизурия бывает реже, в основном как вторичное заболевание при сальмонеллезе, парезе задних конечностей и других патологиях. При этом возрастает активность ферментов в крови (КФК, ЛДГ, АСТ и др.), свидетельствующая о наличии дистрофических нарушений в мышцах и о хроническом заболевании печени.

Наблюдения последних лет показывают, что молодняк соболей хорошо растет и развивается на рационах, предназначенных для норок, без добавления орехов и ягод, с уменьшенным количеством мускульного мяса и печени. Это, по-видимому, связано с постепенным одомашниванием соболя и приучением его в неволе к определенному типу кормления [22, 23].

Целью наших исследований явилось изучение влияние на физиологическое состояние пушных зверей различных факторов, способствующих проявлению дизурии.

Рисунок 2. Клинические проявления дизурии у молодняка соболей. Истощение, ослабленность (а), мокрый живот, повреждение кожи (б) (оригинал фото)
Figur 2. Clinical manifestations of dysuria in young sables. Exhaustion, weakness (a), wet abdomen, skin damage (b) (original photo)

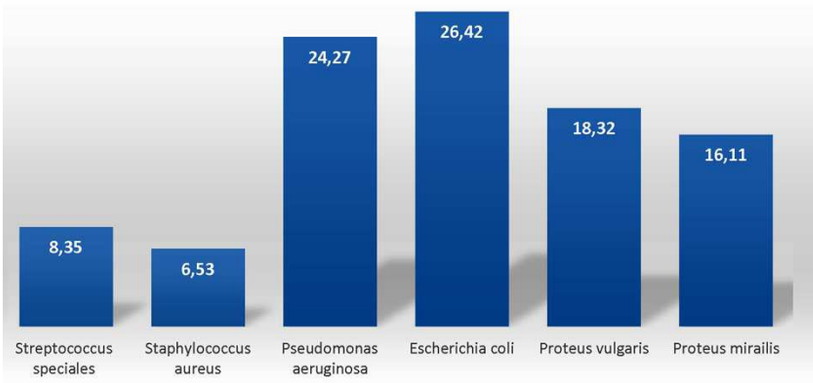


Рисунок 3. Результаты бактериологического исследования мазков соболей (оригинал фото)
Figur 3. Results of bacteriological examination of sable smears (original photo)

Материалы и методы исследования

Исследование провели на базе звероводческого предприятия ООО "Совхоз Верхне-Пуровский" ХМАО-Югра, занимающегося разведением соболей и кафедре незаразных болезней сельскохозяйственных животных Департамента биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, в период 2022–2025 г. Объектом исследований выступили соболи (молодняк 876 голов и 2300 взрослых зверей). При ежедневном обследовании, выявляли больных зверей с признаками дизурии. При этом отмечали мацерацию и раздражение кожи, выпадение и депигментацию волос, воспалительные процессы в коже и подкожных тканей, окружающих половые органы зверей, а также неприятный запах в области поражения. Кроме поражения кожи, отмечали истощение, слабость и отказ от корма зверей.

Изучили условия содержания соболей и проанализировали на соответствие зоогигиеническим параметрам согласно общепринятым методикам. Проанализировали состав корма, сбалансированность рациона, условия скармливания. Провели наблюдение за общим состоянием зверей и поедаемостью корма. Данные исследования провели в соответствии с общепринятыми методиками изучения условий содержания и кормления животных "Гигиена сельскохозяйственных животных и птиц" (2024) [3].

Для уточнения диагноза, поставленного предварительно, применяли дополнительные бактериологические лабораторные исследования. При последнем отбирали биологический материал с пораженных участков кожи брюшка, стенки препуция, влагалища самок (с верхнего свода петли) в виде мазков, согласно общепринятым методикам [2, 4, 16].

Провели копрологическое исследование фекалий соболей по методу Фюллеборна, согласно "Методических рекомендации по выполнению паразитологических методов лабораторной диагностики гельминтозов, протозоозов и арахноэнтомозов" (2022) [11].

Результаты собственных исследований

В результате проведенных исследований, следует отметить, что в условиях предприятия содержание основного поголовья соболей клеточно-шедовое (рис. 1). Самок содержат в клетках с домиками, молодняк и взрослых самцов в клетках. Общее поголовье зверей составило 3176 голов, из них 876 молодняк.

Содержат соболей в типовом универсальным шеде, выполненном по типовому проекту 806-32 (для содержания норок, соболей, лисиц, песцов).

Данный шед представляет собой навес с двускатной крышей, в котором клетки расположены в две линии. Из особенностей конструкции можно отметить следующие: несущая конструкция состоит из железобетонных рам, связанных между собой прогонами; внутри шеда есть служебный проход, его ширина после установки клеток с домиками – 1,2 м, высота – 2,15 м; по обеим сторонам прохода размещены деревянные домики с сетчатым выгулом. Домики для соболей однокамерные, их размеры для взрослых зверей имеют ширину 54 см, глубину 42 см и высоту 40 см, для молодняка – ширина 35 см, глубина 28 см и высота 35 см. В условиях

данной местности, с высоким снеговым покровом, шеды устроены с приподнятым полом. В целом, условия размещения зверей соответствуют предъявляемым требованиям.

Шедовое содержание предполагает прямое влияние на пушных зверей наружных температур, влажности и т. д. Поддержание заданных параметров по освещенности соответствовали норме (75–100 лк).

При анализе кормления, выявили, что в качестве корма на предприятии использовали мешанку, состоящую из мясорыбных, зерновых, сочных кормов и добавок. Все корма измельчали и проваривали. Задавали готовый корм в виде мешанки (каши). Соболи приспособлены к поеданию преимущественно кормов животного происхождения. Потребность в белке обеспечивалась за счёт кормов животного происхождения, при этом на долю животного белка приходилось от 80 % до 90 % общего его количества в рационе. Согласно установленным требованиям кормовой рацион пушных зверей, в частности для соболей, должен состоять из свежих и доброкачественных кормов. Кормили соболей вволю, два раза в день (утром и вечером). Для обеспечения нормального роста и развития молодняка, кормили с учетом индивидуальных особенностей, правильного распределения корма по кормушкам, строгого соблюдения распорядка дня на ферме. При раздаче корма следили, чтобы порция соответствовала потребностям каждого зверя. Остатки корма убирали не позднее чем через 2–2,5 ч после раздачи. Однако были зафиксированы случаи патологических процессов у соболей в желудочно-кишечном тракте, такие как вздутие желудка, метеоризм кишечника и др. Данную ситуацию можно объяснить нарушением технологического процесса в хранении и приготовлении кормов для животных.

По нормам кормления, в летний период (июнь-июль) требовалось 350 ккал. Рацион составляли из расчета на 100 ккал (порция): мясных кормов 70 %, молоко 10 %, зерновых кормов 10 %, овощей и зелени 5 %, дрожжей 3 %, рыбьего жира 2 %. Для взрослых соболей оптимальная потребность в переваримом протеине 8,5–9,5 г на 100 ккал обменной энергии (ОЭ). Для молодняка уровень переваримого протеина – 8,0–8,5 г на 100 ккал ОЭ. Жира 3,7–3,9 г, углеводов 4,5–5,0 г на 100 ккал ОЭ. Потребность молодняка соболей в кальции составляет 0,15–0,25 г на 100 ккал корма. Фосфора требуется столько же или на 30 % меньше. Наилучшее усвоение этих веществ достигается при содержании в корме кальция и фосфора в соотношении 1–1,7 : 1. Фактически же, в используемом на предприятии корме для соболей, переваримого протеина содержалось 12,09 г (что выше на 3,59 г от нормы), кальция – 0,77 г, что выше нормы на 0,52 г, жира 4,7 г, соответственно выше нормы на 0,8 г. В используемом корме для молодняка соболей содержание обменной энергии составляло 2,6 мДж, что соответствует 620,99 ккал (на 1 кг корма).

При избытке кальция, что мы и наблюдаем при анализе используемого рациона, и жира образуются труднорастворимые мыла, снижающие поверхностное натяжение мочи. Поэтому моча вытекала не струйкой, а каплями, растекаясь по животу, вызывая мацерацию, раздражение и воспаление кожи, выпадение и депигментацию волос. Такое состояние, несомненно, приводило к проявлению подмокания (дизурии) у соболей.

Питьевой режим поддерживали в летний период согласно зоотехническим требованиям, где обязательно производили замену не менее 2-х раз в день, а при загрязнении – 3–4 раза. При смене воды, поилки тщательно мыли, при этом раз в неделю их обмывали горячей водой.

При оценке физиологического состояния пушных зверей в связи интенсивностью промышленного звероводства нами отмечалось изменение с развитием патологических процессов в органах мочевой системы, которые проявлялись развитием дизурии. Исследованиями установлено, что дизурия (подмокание, мокрый живот) диагностировалась у самцов в 43,6 % случаев в возрасте 4–5 месяцев, у самок в 23,5 % случаев в таком же возрасте. Проявления дизурии у взрослых соболей в возрасте от года до полутора лет выявлены только у 0,17 % от их общего поголовья.

По нашим наблюдениям, у больных зверей (рис. 2) отмечено общее угнетение, у некоторых истощение, жажда.

Поедаемость корма у больных соболей была заметно снижена, по сравнению со здоровыми зверями, что составило в среднем 50–60 %. Оставались остатки корма. Аппетит был также снижен. У здоровых зверей поедаемость корма составила 100 %, остатков не было.

По данным исследований общего состояния зверей, была отмечена вялость у больных соболей, эти звери больше лежали, мало двигались. Такое состояние наблюдали у всех выявленных больных соболей. Здоровые звери были активны, подвижны, все физиологические показатели были в норме.

У больных соболей, в области брюшка волосяной покров мокрый, смоченный выделениями, скрученный, неоднородный. При большем поражении у зверей было отмечено разъедание верхнего слоя эпидермиса, кровоподтёки. В отягощенных случаях патологического процесса отмечены язвенные дефекты кожи, беловато-желтые выделения с присутствующим гнилостным запахом, который ощущался на расстоянии 3 метров и более от больного зверя.

Диагноз устанавливали по клиническим признакам, с учетом тяжести процесса, с дифференцировкой от других заболеваний.

Для уточнения диагноза, проводили бактериологическое исследование, с последующим применением корректирующей терапии, результаты которого представлены на рисунке 3.

Как видно из данных (рис. 3), при дизурии пушных зверей в моче, вытекающей на брюшко каплями и впитывающейся волосами, в большинстве случаев встречается смешанная культура, состоящая из грамположительных кокков, кишечной палочки, синегнойной палочки.

В разные периоды болезни состав микрофлоры, как правило, отличается: вначале болезни превалируют кишечная и синегнойная па-

Рисунок 4. Копрологическое исследование фекалий соболей (×40) (оригинал фото)
Figur 4. Coprological examination of stool of sables (×40) (original photo)

лочки, в дальнейшем – кокковые формы.

При исследовании мазков, взятых с поврежденных мест на коже больных зверей, препуция у самцов и половой петли у самок, выделены следующие микроорганизмы, такие как Streptococcus speciales (8,35 %) Staphylococcus aureus (6,53 %), Pseudomonas aeruginosa (24,27 %), Escherichia coli (26,42 %), Proteus Vulgaris (18,32 %), Proteus mirailis (16,11 %).

Такое соотношение полученной микрофлоры, свидетельствует о начальной стадии заболевания, когда преимущественно присутствуют кишечная и синегнойная палочки.

По результатам проведенных копрологических исследований (рис. 4), наличие яиц гельминтов выявлено не было. Обнаружены частицы непереваренного корма.

Из основных причин заболевания можно отметить то, что дизурия наблюдается при избыточном содержании в рационе жира, кальция и недостатке углеводов. В результате такого кормления нарушается обмен веществ, и образуются труднорастворимые мыла. Последние снижают поверхностное натяжение мочи, в результате чего моча вытекает не струйкой, а каплями, вызывая мацерацию, раздражение и воспаление кожи, выпадение и депигментацию волос. Кроме этого, сужается препуциальное отверстие, выдвижение пениса сопровождается болевыми ощущениями. Также предрасполагающими причинами болезни может стать нехватка в рационе витамина Е и В12.

Профилактика дизурии заключается в сбалансированности рациона зверей. В корм добавляются витамины А, Е, В12 и Н, одну вторую чайной ложки поваренной соли, уменьшать количество жира в корме и увеличивать количество овощей и зерна. Следить за тем, чтобы не использовались с кормом прогорклые жиры.

Заключение

Проведённые исследования позволили выявить ряд важных аспектов, касающихся условий содержания и кормления соболей.

1. Установлено, что основным методом содержания пушных зверей является клеточно-шедовый способ, соответствующий санитарно-гигиеническим требованиям и условиям климата региона. При этом шеды оснащены необходимым оборудованием и удобствами для комфортного проживания животных, включая деревянные домики и сетчатые выгулы.

2. Анализ кормовых рационов показал значительное превышение рекомендованных норм по содержанию жиров и кальция, что привело к развитию патологического состояния, такого как дизурия (подмокание).

3. Выяснено, что заболевание регистрируется среди молодых особей, особенно в возрасте 4–5 месяцев, и характеризуется такими симптомами, как общая слабость, снижение аппетита, обезвоживание и поражения кожи области живота. Снижение активности и ухудшение самочувствия больных зверей свидетельствует о серьёзности проблемы, подчеркивая необходимость принятия профилактических мер.

5. Бактериологический анализ выявил наличие патогенных микроорганизмов, таких как кишечная палочка, стафилококки и псевдомонады, что подтверждает инфекционную природу части патологий.

Таким образом, результаты исследований указывают на важность комплексного подхода к уходу за животными, включающего правильное питание, соблюдение санитарных норм и своевременное лечение заболеваний. Это позволит повысить продуктивность хозяйства и снизить риск возникновения болезней.

Статья подготовлена в соответствии с планом НИР по программе фундаментальных научных исследований РАН: "Изучение и анализ эпизоотического состояния по болезням инвазионной этиологии сельскохозяйственных и непродуктивных животных, пчел и птиц, изменения видового состава и биоэкологических закономерностей цикла развития паразитов в условиях смещения границ их ареалов (FWRZ-2021-0018)".

Литература

1. Анализ клинического проявления инфекционного ринита у кроликов калифорнийской породы. / Н.А. Зырянова, О.А. Столбова, А.Ю. Шантыз, О.В. Кощаева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2024. - № 115. - С. 149-154. - DOI 10.21515/1999-1703-115-149-154.
2. Антонен Е.Ю. Особенности отбора проб клинического материала от собак для микробиологического исследования. / Е.Ю. Антонен./ / Ветеринарная патология. - 2007. - №3 (22). // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otbora-prob-klinicheskogo-materiala-ot-sobak-dlya-mikrobiologicheskogo-issledovaniya.
3. Гигиена сельскохозяйственных животных и птицы: учебник. / Н.А. Садомов, А.П. Дуктов, А.А. Бахарев и др. - Тюмень: Тюмень, 2024. - 412 с.
4. Зырянова Н.А. Способ повышения резистентности пушных зверей при отодектозе с сопутствующей трихофитией. / Н.А. Зырянова, О.А. Столбова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 3 (101). - С. 285-291.
5. Зырянова Н.А. Способы повышения резистентности пушных зверей и кроликов при паразитарной и инфекционной патологии: Электронное издание. / Н.А. Зырянова; Государственный аграрный университет Северного Зауралья. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. - 140 с.
6. Кириллова А.В. Взаимосвязь зоогигиенических условий содержания и заболеваемости конечностей у крупного рогатого скота. / А.В. Кириллова, Н.А. Зырянова // Стратегические ресурсы Тюменского АПК: люди, наука, технологии: Сборник LVII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 12 марта 2024 года. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. - С. 69-73.
7. Клиническое проявление гаффской болезни у лабораторных животных. / Л.А. Глазунова, О.А. Столбова, Ю.В. Глазунов и др. // Ветеринария. - 2022. - № 11. - С. 55-60. - DOI 10.30896/0042-4846.2022.25.11.55-60.
8. Куксенкова К. А. Уроцистит кошек. / К.А. Куксенкова, О.А. Столбова // Стратегические ресурсы Тюменского АПК: люди, наука, технологии: Сборник LVII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 12 марта 2024 года. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. - С. 43-48.
9. Никулина Е.В. Перспективы содержания норок в России. / Е. В. Никулина, Н. А. Зырянова // Вопросы биобезопасности животноводческих объектов: Сборник материалов круглого стола, Тюмень, 29 января 2025 года. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2025. - С. 47-50.
10. Мартюшева П.Н. Симптом дизурии у соболей: клиническая картина и патоморфология. / П.Н. Мартюшева, Е.П. Краснолобова, С.А. Веремеева // АПК: инновационные технологии. - 2025. - № 1 (68). - С. 15-23. - DOI 10.35524/2687-0436_2025_01_15.
11. Методические рекомендации по выполнению паразитологических методов лабораторной диагностики гельминтозов, протозоозов и арахноэнтомозов: методические рекомендации. / А.И. Ятусевич и др. - Витебск: ВГАВМ, 2022. - 44 с.
12. Плотицын А.С. Обзор энтеросорбентов при интоксикации организма. / А.С. Плотицын // Идеи молодых ученых - агропромышленному комплексу: ветеринарная медицина: современные тенденции: Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Института ветеринарной медицины, Троицк, 04-07 марта 2024 года. - Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2024. - С. 87-91.
13. Плотицын А.С. Качественные показатели волосяного покрова серебристо-черных лисиц, разведенных в Тюменской области. / А.С. Плотицын // Достижения молодежной науки для Агропромышленного комплекса: Сборник материалов ЛВИ научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14-18 марта 2022 года. Том Часть 3 . - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. - С. 151-156.
14. Плотицын А.С. Роль ретинола (каротина) для жизнедеятельности пушных зверей. / А.С. Плотицын // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LV Сту-

денческой научно-практической конференции, Тюмень, 17-19 марта 2021 года. Том Часть 3. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. - С. 110-113.
15. Плотицын А.С. Роль серосодержащих веществ для резистентности пушных зверей. / А.С. Плотицын // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17-19 марта 2021 года. Том Часть 3. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. - С. 107-109.
16. Практикум по акушерству и гинекологии: учебное пособие. / Х.Б. Баймишев, В.В. Землянкин, М.Х. Баймишев. - 2-е изд. перераб. и доп. -Самара: РИЦ СГСХА, 2012. - 300 с.
17. Сайлер Л.М. Гигиенические аспекты содержания кроликов. / Л.М. Сайлер, М.П. Бузуева // Аграрная наука в контексте времени: Сборник трудов LX международной научно-практической конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 12 марта 2025 года. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2025. - С. 76-81.
18. Селезнева М.В. Влияние микотоксинов на физиологического состояние животных. / М.В. Селезнева // Успехи молодежной науки агропромышленном комплексе: Сборник трудов LIX Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 30 ноября 2022 года. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. - С. 167-175.
19. Столбова О.А. Пушные звери в среде обитания природного ареала и перспективы их клеточного разведения. / О.А. Столбова, Н.А. Зырянова, Б.А. Руснак // АПК: инновационные технологии. - 2025. - № 1 (68). - С. 41-50. - DOI 10.35524/2687-0436_2025_01_41.
20. Третьякова В.А. Гигиена содержания шиншилл. / В.А. Третьякова, Н.А. Зырянова // Аграрная наука в контексте времени: Сборник трудов LX международной научно-практической конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 12 марта 2025 года. - Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2025. - С. 112-117.
21. Щербаков Г.Г. Внутренние болезни животных: учебник для вузов / Г. Г. Щербаков, А. В. Яшин, А. П. Курдеко и др. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 716 с.
22. Внутренние незаразные болезни сельскохозяйственных животных. / Б.М. Анохин, В М. Данилевский, Л.Г. Замарин и др.; Под ред. В. М. Данилевского. - М.: Агропромиздат, 1991. - 575 с.
23. https://www.yaneuch.ru/cat_45/gemoturiya-i-podmokanie-norok/245440.2176642.page1.html

References

1. Analiz klinicheskogo proyavleniya infekcionnogo rinita u krolikov kalifornijskoj porody`. / N.A. Zy`ryanova, O.A. Stolbova, A.Yu. Shanty`z, O.V. Koshhaeva // Trudy` Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2024. - № 115. - S. 149-154. - DOI 10.21515/1999-1703-115-149-154.
2. Antonen E.Yu. Osobennosti otbora prob klinicheskogo materiala ot sobak dlya mikrobiologicheskogo issledovaniya. / E.Yu. Antonen.// Veterinarnaya patologiya. - 2007. - №3 (22). // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otbora-prob-klinicheskogo-materiala-ot-sobak-dlya-mikrobiologicheskogo-issledovaniya.
3. Gigiena sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x i pticy: uchebnik. / N.A. Sadomov, A.P. Duktov, A.A. Baxarev i dr. - Tyumen`: Tyumen`, 2024. - 412 s.
4. Zy`ryanova N.A. Sposob povy`sheniya rezistentnosti pushny`x zverej pri otodektoze s soputstvuyushhej trixofitiej. / N.A. Zy`ryanova, O.A. Stolbova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2023. - № 3 (101). - S. 285-291.
5. Zy`ryanova N.A. Sposoby` povy`sheniya rezistentnosti pushny`x zverej i krolikov pri parazitarnoj i infekcionnoj patologii: E`lektronnoe izdanie. / N.A. Zy`ryanova; Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2021. - 140 s.
6. Kirillova A.V. Vzaimosvyaz` zoogigienicheskix uslovij soderzhaniya i zabolevaemosti konechnostej u krupnogo rogatogo skota. / A.V. Kirillova, N.A. Zy`ryanova // Strategicheskie resursy` Tyumenskogo APK: lyudi, nauka, texnologii: Sbornik LVII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x, Tyumen`, 12 marta 2024 goda. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2024. - S. 69-73.
7. Klinicheskoe proyavlenie gaffskoj bolezni u laboratorny`x zhivotny`x. / L.A. Glazunova, O.A. Stolbova, Yu.V. Glazunov i dr. // Veterinariya. - 2022. - № 11. - S. 55-60. - DOI 10.30896/0042-4846.2022.25.11.55-60.
8. Kuksenkova K. A. Urocistit koshek. / K.A. Kuksenkova, O.A. Stolbova // Strategicheskie resursy` Tyumenskogo APK: lyudi, nauka, texnologii: Sbornik LVII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x, Tyumen`, 12 marta 2024 goda. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2024. - S. 43-48.
9. Nikulina E.V. Perspektivy` soderzhaniya norok v Rossii. / E. V. Nikulina, N. A. Zy`ryanova // Voprosy` biobezopasnosti zhivotnovodcheskix ob``ektov: Sbornik materialov kruglogo stola, Tyumen`, 29 yanvarya 2025 goda. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2025. - S. 47-50.
10. Martyusheva P.N. Simptom dizurii u sobolej: klinicheskaya kartina i patomorfologiya. / P.N. Martyusheva, E.P. Krasnolobova, S.A. Veremeeva // APK: innovacionny`e texnologii. - 2025. - № 1 (68). - S. 15-23. - DOI 10.35524/2687-0436_2025_01_15.
11. Metodicheskie rekomendacii po vy`polneniyu parazitologicheskix metodov laboratornoj diagnostiki gel`mintozov, protozoozov i araxnoe`ntomozov: metodicheskie rekomendacii. / A.I. Yatusevich i dr. - Vitebsk: VGAVM, 2022. - 44 s.
12. Ploticyn A.S. Obzor e`nterosorbentov pri intoksikacii organizma. / A.S. Ploticyn // Idei molody`x ucheny`x - agropromy`shlennomu kompleksu: veterinarnaya medicina: sovremenny`e tendencii: Materialy` Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x Instituta veterinarnoj mediciny`, Troiczk, 04-07 marta 2024 goda. - Chelyabinsk: Yuzhno-Ural`skij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2024. - S. 87-91.
13. Ploticyn A.S. Kachestvenny`e pokazateli volosyanogo pokrova serebristo-cherny`x lisicz, razvedenny`x v Tyumenskoj oblasti. / A.S. Ploticyn // Dostizheniya molodezhnoj nauki dlya Agropromy`shlennogo kompleksa: Sbornik materialov LVI nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x, Tyumen`, 14-18 marta 2022 goda. Tom Chast` 3 . - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2022. - S. 151-156.
14. Ploticyn A.S. Rol` retinola (karotina) dlya zhiznedeyatel`nosti pushny`x zverej. / A.S. Ploticyn // Aktual`ny`e voprosy` nauki i xozyajstva: novy`e vy`zovy` i resheniya: Sbornik materialov LV Studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Tyumen`, 17-19 marta 2021 goda. Tom Chast` 3. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2021. - S. 110-113.
15. Ploticyn A.S. Rol` serosoderzhashhix veshhestv dlya rezistentnosti pushny`x zverej. / A.S. Ploticyn // Aktual`ny`e voprosy` nauki i xozyajstva: novy`e vy`zovy` i resheniya: Sbornik materialov LV Studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Tyumen`, 17-19 marta 2021 goda. Tom Chast` 3. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2021. - S. 107-109.
16. Praktikum po akusherstvu i ginekologii: uchebnoe posobie. / X.B. Bajmishev, V.V. Zemlyankin, M.X. Bajmishev. - 2-e izd. pererab. i dop. -Samara: RICz SGSXA, 2012. - 300 s.
17. Sajler L.M. Gigienicheskie aspekty` soderzhaniya krolikov. / L.M. Sajler, M.P. Buzueva // Agrarnaya nauka v kontekste vremeni: Sbornik trudov LX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferenciya studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x, Tyumen`, 12 marta 2025 goda. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2025. - S. 76-81.
18. Selezneva M.V. Vliyanie mikotoksinov na fiziologicheskogo sostoyanie zhivotny`x. / M.V. Selezneva // Uspexi molodezhnoj nauki agropromy`shlennom komplekse: Sbornik trudov LIX Studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Tyumen`, 30 noyabrya 2022 goda. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2022. - S. 167-175.
19. Stolbova O.A. Pushny`e zveri v srede obitaniya prirodnogo areala i perspektivy` ix kletochnogo razvedeniya. / O.A. Stolbova, N.A. Zy`ryanova, B.A. Rusnak // APK: innovacionny`e texnologii. - 2025. - № 1 (68). - S. 41-50. - DOI 10.35524/2687-0436_2025_01_41.
20. Tret`yakova V.A. Gigiena soderzhaniya shinshill. / V.A. Tret`yakova, N.A. Zy`ryanova // Agrarnaya nauka v kontekste vremeni: Sbornik trudov LX mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferenciya studentov, aspirantov i molody`x ucheny`x, Tyumen`, 12 marta 2025 goda. - Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2025. - S. 112-117.
21. Shherbakov G.G. Vnutrennie bolezni zhivotny`x: uchebnik dlya vuzov / G. G. Shherbakov, A. V. Yashin, A. P. Kurdeko i dr. - 6-e izd., ster. - Sankt-Peterburg: Lan`, 2022. - 716 s.
22. Vnutrennie nezarazny`e bolezni sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. / B.M. Anoxin, V M. Danilevskij, L.G. Zamarin i dr.; Pod red. V. M. Danilevskogo. - M.: Agropromizdat, 1991. - 575 s.
23. https://www.yaneuch.ru/cat_45/gemoturiya-i-podmokanie-norok/245440.2176642.page1.html

Для цитирования / For citation

Особенности физиологического состояния пушных зверей при дизурии / Зырянова Н.А., Столбова О.А., Калугина Е.Г., Щелокова В.А., Кухтерина Д.А. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.63–68.

Features of the physiological state of fur-bearing animals in dysuria / Zyryanova N.A., Stolbova O.A., Kalugina E.G., Shchelokova V.A., Kukhterina D.A., // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.63–68.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-15

УДК 636.084.616-098

Якутские породы лошадей содержание в период зимовки и особенности кормления

[1]**Коколова Л.М.,** доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией гельминтологии, kokolova_lm@mail.ru ORCID 0000-0002-0963-9623
[1]**Слепцов Е.С.,** доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, лаборатории оленеводства и традиционных отраслей, evgeniycemenovic@mail.ru, ORCID 0000-0002-0512-2993
[2]**Хассан Банех,** PhD, старший преподаватель, АНОО ВО "Сколковский институт науки и технологий" (Проектный центр агротехнологий Сколтеха), H.Baneh@skoltech.ru, ORCID 0000-0003-2437-6005
[2]**Мартынова Е.У.,** кандидат биологических наук, научный сотрудник, АНОО ВО "Сколковский институт науки и технологий" (Проектный центр агротехнологий Сколтеха), e.martynova@skoltech.ru ORCID 0000-0003-0802-0236
[1]**Айбеков А.А.,** аспирант лаборатории гельминтологии argenaibekov2@gmail.com, ORCID 0009-0000-3353-3928
[1]ФГБНУ ФИЦ "ЯНЦ СО РАН" обособленное подразделение ЯНЦ СО РАН Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова (ЯНИИСХ) лаборатория гельминтологии, г. Якутск
[2]АНОО ВО "Сколковский институт науки и технологий" (Проектный центр агротехнологий Сколтеха), 121205, Россия, Москва, Большой бульвар д.30, стр. 1

Ключевые слова: аборигенная порода, якутская лошадь, приспособленность, организм, естественный отбор, фенология.

Резюме. Аборигенная порода якутских лошадей имеет древнее происхождения. В статье авторы, затрагивая вопросы происхождения якутских лошадей, отметили, что "Верещагин и Лазарев… доказали..., что якутская лошадь является прямым потомком плейстоценовой лошади обнаруженного в мерзлотных грунтах Средней Колымы, названной "Ленской лошадью". Якутских лошадей, как самый северный тип лошадей, разводят почти по всей территории Якутии пород и типов, приспособившихся к суровому климату. Интересная особенность организма данной породы лошадей – они замедляют метаболизм организма в течение холодного периода, что характеризует их значительный генетический потенциал обеспечивающий приспособленность к холодам, в условиях Крайнего Севера. Многовековой практикой ведение табунного коневодства в Якутии создано косячное содержание лошадей с круглогодичным пастбищным содержанием. На территории Якутии много пойменных земель, однако пастбищные угодья несмотря на большие площади, из-за сложных и суровых климатических условий дают весьма скудную продукцию. Достаточно небольшого нарушения мерзлотного грунта сразу начинается проседание и эрозия почвы, легко разрушается и долго восстанавливается. В период зимовки организация дополнительной подкормки кормовой добавкой с использованием местного сырья цеолита Хонгуринского и Кемпендяйской соли значительно улучшает качество кормления полностью состоящего из грубых и некачественных кормов. Современным якутским лошадям присущи ценные хозяйственно-биологические признаки: отличные нагульные качества, хорошее переваривание и усвоение грубого корма, высокая резистентность организма. Низкорослость, увеличение жирового обмена, обеспечивающего накопление подкожного жира, развитие плотного подшерстка характеризуют естественную защиту от холода, уменьшают потерю энергии и тепла. В этой связи перспективными представляются исследования по изучению хозяйственных и биологических особенностей, продуктивных качеств отдельных пород и типов якутских лошадей. Поиск решений этой задачи в части подбора пород и типов лошадей перспективна для содержания в условиях низких температур.

Winter maintenance and feeding features of Yakut horse breeds

[1]**Kokolova L.M.1,** [1]**Sleptsov E.S.1,** [2]**Hassan Baneh,** [2]**Martynova E.U.,** [1]**Aybekov A.A.**
[1]FGBNU FIC "YANGTS SB RAS" a separate unit of YANGTS SB RAS Yakutsk Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov (YANIISKH) Laboratory of Helminthology, Yakutsk
[2]Skoltech Agrotechnology Project Center, 30 Bolshoy Boulevard, building 1, Moscow

Key words: aboriginal breed, Yakut horse, adaptability, organism, natural selection, phenology.

Abstract. The aboriginal Yakut horse breed has ancient origins. In their article, the authors, touching on the origins of the Yakut horse, noted that "Vereshchagin and Lazarev... proved... that the Yakut horse is a direct descendant of a Pleistocene horse discovered in the permafrost soils of the Middle Kolyma, called the 'Lena horse.'" Yakut horses, as the northernmost type of horse, are bred throughout almost all of Yakutia, with breeds and types adapted to the harsh climate. A remarkable characteristic of this breed is that they slow their metabolism during the cold season, indicating their significant genetic potential for adapting to the cold conditions of the Far North. Centuries-old herd horse breeding in Yakutia has led to the development of herd-based herding with year-round pasture management. Yakutia has numerous floodplain lands, but despite their large expanses, the challenging and harsh climate results in very poor pasture production. Even the slightest disturbance to the frozen soil immediately triggers subsidence and soil erosion, which is easily destroyed and takes a long time to recover. During wintering, supplemental feeding with a feed additive using locally sourced Khongurinsky zeolite and Kempendyai salt significantly improves the quality of feed consisting entirely of coarse and low-quality forages. Modern Yakut horses possess valuable economic and biological traits: excellent fattening qualities, good digestion and absorption of coarse forage, and high resistance. Their short stature, increased fat metabolism, which ensures the accumulation of subcutaneous fat, and the development of a dense undercoat

characterize their natural protection from the cold, reducing energy and heat loss. In this regard, research into the economic and biological characteristics and productive qualities of individual breeds and types of Yakut horses appears promising. Finding solutions to this problem, including selecting breeds and types of horses, holds promise for keeping them in low-temperature conditions.

Введение

Происхождение лошадей якутской породы всегда интересовало ученых, научные экспедиции проводили исследования по изучению лошадей Якутии. В 1941 году М.И. Рогалевич, руководитель научных исследований сделал выводы, что у северных типов лошадей якутской породы "присутствует" кровь дикой лошади. Гипотеза была выдвинута на основе анализа результатов экспедиции и на основании обследования 1056 голов аборигенных лошадей [12].

М.Ф. Габышев, ссылаясь на труды первых исследователей, путешественников в Якутии, А.Ф. Миддендорфа (1862) и И.Д. Черского (1885) по исследованию остатков послетретичных лошадей крайнего Севера Якутии, выделил якутскую лошадь, как особый вид, и указал, что он близко примыкает к субфоссильным лошадям Западной Сибири и сохраняет родство с послетретичных лошадей крайнего Севера. Он считал установленным, что дикие лошади, являющиеся современниками мамонта, обитали далеко за пределами полярного круга на низовьях р. Яны и на Новосибирских островах. В.А. Серошевский (1896), выдвинул гипотезу о глубокой древности занятий коневодством якутов [3].

Республика Саха (Якутия) является одним из регионов Российской Федерации, где табунное коневодство – один из традиционных направлений животноводства. Благодаря принятым мерам по стимулированию в табунном коневодстве численность лошадей достигла 245,5 тыс. голов, а поголовье лошадей увеличилось на 21,6 % Наибольший прирост поголовья лошадей наблюдается в Центральной Якутии, что составляет 45 % от общего прироста лошадей [4]. В настоящее время якутских лошадей разделяют на три породы – мегежекская, приленская, якутская и на три типа – индигирский, колымский и янский.

Табунное коневодство имеет преимущества перед другими отраслями животноводства – освоение пастбищ, недоступных для других видов сельскохозяйственных животных, высокая адаптационная способность и экономическая эффективность продукции. На сегодня из всех внутрипородных типов за эталон типичной якутской лошади принята верхоянская лошадь (янский тип) [1].

Якутскую лошадь, как самый северный тип лошадей, разводят почти по всей территории Якутии, но вместе тем существуют и сдерживающие факторы развития, в первую очередь очень низкие зимние температуры, во-вторых, травеж хищными животными, в-третьих, недостаточность кормов в период зимовки [2].

При изучении популяций лошадей, в частности мугалжарской, относительно молодой местной породы Казахстана, высоко ценимой за мясную продуктивность и адаптационные способности, не обнаружено вредных сегрегирующих вариантов, связанных с окрасом шерсти и походкой. Результаты исследований показали, что существуют определенные геномные разнообразия, подвергшиеся древнему отбору во время формирования и адаптации породы. Авторы также отметили, что результаты этих исследований могут прослужить основой для будущих исследований и других пород лошадей [16]. Большинство исследователей для оценки генотипов породы лошадей используются маркеры SNP, по геномной оценке можно предсказать племенную ценность той или иной породы лошадей [15].

Целью настоящей работы является исследование влияния полнорационного кормления и минеральной подкормки на состояние табунных лошадей в условиях Якутии в период зимовки.

Материалы и методы исследования

Совершенствование технологии ведения табунного коневодства на основе научных знаний поведенческих, табунных лошадей методом промера. Описание методов изложено в "Руководстве по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов, методы практической биотехнологии анализ компонентов и микропримесей в мясных и других пищевых продуктах" [13, 14]. В зимний рацион лошадей вводили кормовую добавку из местного растительно-минерального сырья, с микро- и макроэлементами, пробиотиками и витаминами, растительными белками. В ее составе уникальный природный минерал – цеолит Хонгуринского месторождения, включающий около 84 различных микро- и макроэлементов. Кемпендяйская соль является хорошим источником микроэлементов, способствует формированию костной ткани и шерсти у молодняка. Пробиотик в рационе животных обладает выраженной антагонистической активностью по отношению многих патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, способностью нормализовать кишечный микробиоценоз. Пробиотик применен в целях профилактики дисбактериоза после проведения дегельминтизации и для повышения усвояемости корма в зимнее время года. способствует формированию костной ткани и шерсти у молодняка. Витамины А, Е, D3 и F способствуют стимуляцию иммунной защиты организма, укреплению костной ткани. Овес является основным, высокоэнергетическим и легкоусвояемым кормом для лошадей благодаря высокому содержанию питательных веществ, полноценного белка и клетчатки, богат жиром (4–4,5%), в нем много фосфора и витаминов группы В (высокое содержание холина (В4) во многом обуславливает повышенную активность лошади при кормлении овсом). В рационах лошадей овес обычно является основным источником энергии.

Статистическая обработка данных приведена с использованием программного пакета Excel for Windows XP 2002 и выражена как M±m, где M – это среднее арифметическое, m – это ошибка средних. Степень достоверности выявленных различий определялась с использованием t-критерия Стьюдента. Уровень достоверности при P>0,999 и P>0,99.

Результаты исследований

Климат, в котором разводят якутских лошадей весьма суровый, резко континентальный. Продолжительность холодного периода составляет от 7 до 9 месяцев, зима холодная и малоснежная, лето короткое, на большей части территории – засушливое с относительно высокими температурами. Абсолютная амплитуда температур достигает 109° С - от +38 до -71° С.

Якутская лошадь приспособлена к существованию в суровых условиях до 60° С мороза находится на круглогодичном пастбищном содержании. В летнее время лошадь нагуливает более 400–500 кг веса. Приспособляемость к суровым условиям Якутии осуществляется благодаря биологическим особенностям: снижению расхода энергии на поддержание жизнедеятельности в период зимовки, утолщение кожи до 4,4+0,05 мм, отложение толстого слоя жира в подкожной клетчатке, удлинение и утолщение волос (густая и длинная шерсть), где подшерсток может достигать 15 см в длину. Все это позволяет выдержать экстремальные температуры.

У якутской лошади, одна интересная особенность, приспособившись к суровому климату, они могут замедлять

метаболизм в течение холодного периода. В холодный период внутренняя система животного переходит в режим повышенного энергосбережения, замедляется сердцебиение, снижается частота дыхания (до 10–12 вдохов в минуту). Такое поведение исследователи назвали "стоящей спячкой", при этом лошадь бодра, если необходимо, то способна преодолевать большие расстояния. Важное место занимают гены, обеспечивающие сезонные изменения метаболизма: летом он ускоряется, а зимой замедляется, что достигается трансформацией сигнальных путей стероидных и глюкокортикоидных гормонов.

У якутской лошади голова массивная, короткая толстая шея, широкая и глубокая грудь, низкая холка, прямая длинная спина, спущенный круп, конечности короткие правильной постановки, редко встречаются саблевидные задние конечности, копыта прочные, правильной формы, конституция крепкая, волосяной покров очень густая, зимой шерсть достигает 7–8 см, имеется подшерсток, грива, челка и хвост густые, длинные. Масть якутской лошади разная – от светло серой до мышастой, от буланой до саврасой, от бурой до гнедой, от гнедой до соловой, от белой до вороной. Промерные показатели и экстерьер коренного типа лошадей якутской породы приведены в таблице. Средние показатели жеребцов-производителей составляет по высоте в холке 144,3±1,79 см, косая длина туловища 153,5±3,2 см, обхват груди 179,45±4,3, живая масса 439,56±9,2кг. У кобыл высота в холке 138,7±2,96 см, косая длина туловища 148,9±2,6, обхват груди 174,7±5,3 см и живая масса 410,7±17,9 кг. Тем не менее, якутские лошади отличаются массивностью, взрослая особь весит от 400 до 500 кг.

Проведенное исследование фенологических показателей якутских лошадей выявили их уникальную адаптацию к суровым условиям, высокое содержание жира в теле, защищающее их от холода, и служащее источником энергии в зимнее время

Установлено, что в летнее время табуны лошадей проходят за сутки по 5–7 км, из них во время пастьбы 3–4 км, часто переходят с места на место. Во время пастьбы табун состоящий из 12–15 голов должен иметь территорию пастьбы равную 100–250 м^2 в сутки, территория зимней тебенёвки должна равняться 120–260 м^2. Среднесуточная площадь летних пастбищ равна 216 м^2, а зимней – 250 м^2. В зимних условиях возможны ограничения тебенёвки, что зависит от толщины и плотности снега на пастбищах, поэтому использование пастбищной площади в разные годы в зависимости от природных условий будет не равномерной.

Формирование устойчивого травянистого покрова алаасной растительности очень важно для тебенёвки. Известно, что в растительности в условиях криолитозоны в осенний период – во время низких положительных температур, накапливается значительное количество липидов, полиненасыщенных жирных кислот, в клетках растений сахар, белки, низко- и высокомолекулярные антиоксиданты, а также каротиноиды, выполняющих энергетическую и защитную функции растений в период холода, и, таким образом, регулирующие функциональную активность мембран, митохондрий, хлоропластов, и способствующие повышению концентрации липидов и ПНЖК [9]. Функцию активности мембран клеток и клеточных органелл у многолетних травянистых растений, многие авторы объясняют, как посттравматическое повышение содержания липидных компонентов, обусловленного сдвигом времени вегетации, что сочетается с самыми благоприятными погодными условиями осени и повышением термоустойчивости вегетирующих частей травянистых растений в холодное время [10]. Количество липидов и ПНЖК в растениях на тебеневочных пастбищах лошадей восполняет организм и выступает в качестве нажировочных кормов. Поэтому обеспеченность лошадей тебеневочным кормом с высоким содержанием липидов и ПНЖК является важным фактором. Урожайности пастбищ зависит от погодных условий: при низкоурожайном году лошади пастбищным кормом обеспечены на 50–55 % от потребности, при нормальных условиях на 60–70 % [5]. Алаасная растительность по общей сумме жирных, полиненасыщенных жирных кислот и по содержанию омега-6 превосходит растительность на пойменных пастбищах, при этом наибольший уровень полиненасыщенных жирных кислот наблюдается летний период [11].

Таблица. Основные промеры, живая масса и индексы телосложения жеребцов и кобыл
Table. Basic measurements, live weight and body indexes of stallions and mares

Промеры (см), живая масса (кг), индексы, %	Жеребцы производители (n=4)	Кобылы (n=34)
Промеры		
высота в холке	144,3 ± 1,79	138,7 ± 2,96
косая длина туловища	153,5 ± 3,2	148,9 ±2,6
обхват груди	179,45 ± 4,3	174,7 ± 5,3
живая масса	439,56 ± 9,2	410,7 ±17,9
Индексы		
массивности	307,9	298,3
формата	108,9	107,8
обхвата груди	129,9	127,7

Продолжительное воздействие низких температур до -50° С и ниже часто со второй половины зимы, когда запасы подножного корма начинают истощаться, не хватает питательных веществ поступающих с кормом. Во время зимней тебеневки лошади испытывают большой дефицит питательных веществ, также микро- и макроэлементов и витаминов. Необходима корректировка зимнего рациона для восполнения дефицита, питательных веществ в кормах, переход на режим кормления качественным сеном, организация зимней подкормки кормовой добавкой для восполнения организма животных минеральными веществами, микро- и макроэлементами, витаминами [7, 8]. Продолжительность подкормки составляет 7–10 дней, во время проведение подкормки уровень кормления должен быть достаточным: лошади необходимо получать до 10–12 кг качественного сена в сутки, для сокращения времени тебеневки, за это время они не тратят энергию на добывание подножного корма. Организация зимней подкормки кормовой добавкой обеспечивает поступление достаточного количества необходимых протеина, белков, минералов, макро- и микроэлементов, витаминов и способствует быстрому восстановлению организма лошадей. Из большого количества минеральных добавок наибольшее значение для лошадей имеет соль. Добавление цеолита хонгуринский, кемпендяйской соли, витаминных и пробиотических препаратов для восполнения их дефицита в кормах повышает переваримость на 1,24–8,91 %, использование обменной энергии на 6,53–27,7 %, деловой выход жеребят увеличивается на 10–20 % [8]. За время зимовки потеря живой массы лошадей сводится к минимуму. Результаты исследования мясной продукции показывают высокую питательную ценность, где содержание жира почти в 3 раза больше.

Зимняя подкормка важна и должна обязательно присутствовать в рационе табунных лошадей, в холодное время года, так как у лошадей повышается потребность в питательных и биологически активных веществах. Организация зимней подкормки обеспечивает поддержание терморегуляции, более высокую двигательную активность при добывании тебеневочного корма.

Заключение

Республика Саха (Якутия) располагает обширными площадями естественных кормовых угодий. Имеющиеся площади пастбищ составляют 1,3 млн. га, значительную их часть можно освоить при разведении лошадей табунного содержания, так как породы якутских лошадей более 80 % своего корма получают от тебеневочного, подножного корма. В целях увеличения производства мяса, улучшения его качества, получения качественного кожевенного сырья необходимо проводить работу для увеличения поголовья якутских лошадей, приспособленных к условиям содержания и обладающих высокой продуктивностью. Проведенные исследования фенологических показателей якутских лошадей выявили их уникальную адаптацию к суровым условиям, высокое содержание жира в теле, защищающее от холода и служащее источником энергии в зимнее время, что позволяет им выдерживать экстремально низкие температуры. Мясо якутских лошадей богато альфа-линоленовой кислотой, что делает его ценным диетическим продуктом, содержим сбалансированное соотношение омега-3 и омега-6 жирных кислот. Энергетический дефицит пастбищных кормов в зимнее время указывает на необходимый контроль за состоянием пастбищ, рациональной организацией тебенёвки. Сочетание пастбищной тебенёвки с организацией зимней подкормки, включающей сено хорошего качества, обеспечивающее оптимальную энергетическую ценностью в условиях зимовки. Включение в зимний рацион кормовой добавки на основе местного сырья и организация зимней подкормки экономически эффективна. Восполняет дефицит основных питательных веществ в кормах, улучшает переваримость кормов на 1,24–8,91 %, увеличивает использование обменной энергии на 6,53–27,7 %, деловой выход жеребят на 10–20 %.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-26-00395, https://rscf.ru/project/25-26-00395/

Литература

1. Алексеев Н.Д. Лошадь якутской породы: внутрипородные типы, хозяйственные и биологические особенности. / Н.Д., Алексеев, Н.П. Степанов // Достижения науки и техники АПК. - 2006. - № 5. - С. 8-10.
2. Винокуров И.Н. Северные типы лошадей якутской породы. / И.Н. Винокуров. - Якутск: Сахаполиграфиздат, 2001. - 160 с.
3. Габышев М.Ф. Якутское коневодство (Экономические и организационные основы коневодства). / М.Ф. Габышев. 2-е изд. РАСХН. Сиб. отд-ние. Якут. НИИСХ. - Новосибирск, 2002. - 428 с.
4. О государственной программе Республики Саха (Якутия) "Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2020 - 2024 годы" от 10 декабря 2019 года № 873. // URL: https://docs.cntd.ru/document/561716494.
5. Иванов Р.В. Особенности поведения якутских лошадей на летних и зимних пастбищах. / Р.В. Иванов, Ю.Н. Барминцев // Развитие коневодства в Якутии. - Новосибирск, 1986. - С. 35-40.
6. Иванов Р.В. Улучшение зимнего питания воспроизводящего состава лошадей якутской породы: Методическое пособие. / Р.В. Иванов, П.Ф. Пермякова, А.Н. Ильин, У.В. Хомподоева. - Якутск: Изд.-во ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова. Якутск, 2017. - 23 с.
7. Коколова Л.М. Применение минерально-кормовой добавки у табунных лошадей в качестве зимней подкормки. / Л.М. Коколова, Н.А. Стручков, Н.М. Алексеева, П.С. Анипченко // Ветеринария и кормление. - 2025. - № 2. - С. 45-48. https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-2-10.
8. Коколова Л.М. Профилактика и лечение паразитарных болезней лошадей табунного содержания в начале холодного периода в Якутии. / Л.М. Коколова, Е.И. Прибылых, Н.В.Попова // Ветеринария и кормление. - 2024. - № 2. - С. 35-39. https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-2-8
9. Нохсоров В.В. Липидный состав некоторых растений Центральной Якутии. / В.В. Нохсоров, Н.Н. Иванова, В.А. Чепалов, К.А. Петров // Химия: образование, наука, технология. Сборник трудов всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы. - Якутск: Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, 2014. - С. 399-402.
10. Нохсоров В.В. Жирнокислотный состав липидов и кормовая ценность Equisetum variegatum, E. scirpoides и E. arvense. / В.В. Нохсоров, А.В. Столбикова, В.А. Чепалов и др. // Факторы устойчивости растений в экстремальных природных условиях и техногенной среде / Материалы Всероссийской научной конференции. - Иркутск: СИФИБР СО РАН, 2013. -С. 176-178.
11. Пак М.Н. Использование пастбищных кормов с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот для кормления табунных лошадей Якутии. / М.Н. Пак // Дальневосточный аграрный вестник. - 2019. - № 3 (51). - С. 76-86. https://doi:10.24411/1999-6837-2019-13039
12. Рогалевич М.И. Коневодство Якутской АССР. - М. 1941. - 76 с.
13. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. / Под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. - Москва: "Брандес", "Медицина", 1998. - С. 84 -93.
14. Лисицын А.Б. Методы практической биотехнологии. Анализ компонентов и микропримесей в мясных и других пищевых продуктах. / А.Б., А.Н. Иванкин, А.Д. Неклюдов. - Москва: ВНИИМП, 2002. - 402 с.
15. Mohammadi Y. The effect of prior distributions of different statistical models on the accuracy of genomic prediction: simulation study. / Y. Mohammadi, J. Ahmadpanah, H. Baneh. //Animal Science Journal. - 2021. - № 34 (130). - P.191-202.
16. Kassymbekova S.N. Uncovering genetic diversity and adaptive candidate genes in the Mugalzhar horse breed using whole-genome sequencing data / S.N. Kassymbekova, Z.Z. Bimenova, K.Z. Iskhan. // Animals. - 2025. - № 15 (18). - P. 2667. https://doi.org/10.3390/ani15182667.

References

1. Alekseev N.D. Loshad` yakutskoj porody`: vnutriporodny`e tipy`, xozyajstvenny`e i biologicheskie osobennosti. / N.D., Alekseev, N.P. Stepanov // Dostizheniya nauki i texniki APK. - 2006. - № 5. - S. 8-10.
2. Vinokurov I.N. Severny`e tipy` loshadej yakutskoj porody`. / I.N. Vinokurov. - Yakutsk: Saxapoligrafizdat, 2001. - 160 s.
3. Gaby`shev M.F. Yakutskoe konevodstvo (E`konomicheskie i organizacionny`e osnovy` konevodstva). / M.F. Gaby`shev. 2-e izd. RASXN. Sib. otd-nie. Yakut. NIISX. - Novosibirsk, 2002. - 428 s.
4. O gosudarstvennoj programme Respubliki Saxa (Yakutiya) "Razvitie sel`skogo xozyajstva i regulirovanie ry`nkov sel`skoxozyajstvennoj produkcii, sy`r`ya i prodovol`stviya na 2020 - 2024 gody`" ot 10 dekabrya 2019 goda № 873. // URL: https://docs.cntd.ru/document/561716494.
5. Ivanov R.V. Osobennosti povedeniya yakutskix loshadej na letnix i zimnix pastbishhax. / R.V. Ivanov, Yu.N. Barmincev // Razvitie konevodstva v Yakutii. - Novosibirsk, 1986. - S. 35-40.
6. Ivanov R.V. Uluchshenie zimnego pitaniya vosprizvodyashhego sostava loshadej yakutskoj porody`: Metodicheskoe posobie. / R.V. Ivanov, P.F. Permyakova, A.N. Il`in, U.V. Xompodoeva. - Yakutsk: Izd.-vo YaNIISX im. M.G. Safronova. Yakutsk, 2017. - 23 s.
7. Kokolova L.M. Primenenie mineral`no-kormovoj dobavki u tabunny`x loshadej v kachestve zimnej podkormki. / L.M. Kokolova, N.A. Struchkov, N.M. Alekseeva, P.S. Anipchenko // Veterinariya i kormlenie. - 2025. - № 2. - S. 45-48. https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-2-10.
8. Kokolova L.M. Profilaktika i lechenie parazitarny`x boleznej loshadej tabunnogo soderzhaniya v nachale xolodnogo perioda v Yakutii. / L.M. Kokolova, E.I. Priby`ly`x, N.V.Popova // Veterinariya i kormlenie. - 2024. - № 2. - S. 35-39. https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-2-8
9. Noxsorov V.V. Lipidny`j sostav nekotory`x rastenij Central`noj Yakutii. / V.V. Noxsorov, N.N. Ivanova, V.A. Chepalov, K.A. Petrov // Ximiya: obrazovanie, nauka, texnologiya. Sbornik trudov vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s e`lementami nauchnoj shkoly`. - Yakutsk: Severo-Vostochny`j federal`ny`j universitet im. M.K. Ammosova, 2014. - S. 399-402.
10. Noxsorov V.V. Zhirnokislotny`j sostav lipidov i kormovaya cennost` Equisetum variegatum, E. scirpoides i E. arvense. / V.V. Noxsorov, A.V. Stolbikova, V.A. Chepalov i dr. // Faktory` ustojchivosti rastenij v e`kstremal`ny`x prirodny`x usloviyax i texnogennoj srede / Materialy` Vserossijskoj nauchnoj konferencii. - Irkutsk: SIFIBR SO RAN, 2013. - S. 176-178.
11. Pak M.N. Ispol`zovanie pastbishhny`x kormov s vy`sokim soderzhaniem polinenasy`shhenny`x zhirny`x kislot dlya kormleniya tabunny`x loshadej Yakutii. / M.N. Pak // Dal`nevostochny`j agrarny`j vestnik. - 2019. - № 3 (51). - S. 76-86. https://doi:10.24411/1999-6837-2019-13039
12. Rogalevich M.I. Konevodstvo Yakutskoj ASSR. - M. 1941. - 76 s.
13. Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishhevy`x produktov. / Pod red. I.M. Skurixina i V.A. Tutel`yana. - Moskva: "Brandes", "Medicina", 1998. - S. 84 -93.
14. Lisicyn A.B. Metody` prakticheskoj biotexnologii. Analiz komponentov i mikroprimesej v myasny`x i drugix pishhevy`x produktax. / A.B., A.N. Ivankin, A.D. Neklyudov. - Moskva: VNIIMP, 2002. - 402 s.

Для цитирования/For citation

Коколова Л.М. Якутская порода лошадей содержание в период зимовки, особенности кормление / Л.М. Коколова, Е.С. Слепцов, Х. Банех, Е.У. Мартынова, А.А. Айбеков. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.69–72.

Kokolova L.M. Yakut breed of horses, maintenance during wintering, feeding features / L.M. Kokolova, E.S. Sleptsov, H. Baneh, E.U. Martynova, A.A. Aibekov. // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.69–72.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-16

Корякина Л.П.

УДК 619:579.62

Эпизоотическая ситуация по некробактериозу домашних северных оленей (Rangifer tarandus) в Якутии

[1,2]**Корякина Л.П.,** кандидат ветеринарных наук, доцент, зав. кафедрой, koryrinalp_2017@mail.ru
[1]**Румянцева Т.Д.,** старший научный сотрудник научно-исследовательской части, tanya_rum@mail.ru
[2]**Слепцов Е.С.,** доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник лаборатории оленеводства и традиционных отраслей, evgeniycemenovic@mail.ru
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Арктический государственный агротехнологический университет", г. Якутск
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр "Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук" – Якутский научно-исследовательский институт сельс-кого хозяйства имени М.Г. Сафронова", г. Якутск

Ключевые слова: Арктическая зона, домашние северные олени, инфекционные болезни, эпизоотическая ситуация, некробактериоз, неблагополучные пункты, вакцинация.

Резюме. Проведен ретроспективный анализ региональной эпизоотической ситуации по некробактериозу северных домашних оленей на территории Якутии за период с 2009 по 2025 годы. Определены показатели многолетней заболеваемости, летальности и организации лечебно-профилактических мероприятий с наложением карантина и ограничительных мероприятий при некробактериозе в условиях оленеводческих хозяйств Якутии. За последние годы в оленеводстве Якутии численность поголовья северных домашних оленей стабильно удерживается на уровне 165 тыс. голов. Одним из факторов сдерживающих развитие отрасли является возникновение и распространение заболеваний северных оленей различного характера, на долю которых приходится свыше 50 % всех непроизводительных расходов за счет падежа заболевших животных, понижения качества продукции и снижения привесов. Наиболее опасным для оленеводства и распространенным инфекционным заболеванием в регионе является некробактериоз. Эпизоотическая ситуация в Якутии по некробактериозу северных домашних оленей неблагополучная – некробактериоз выявлялся ежегодно с 2009 по 2015, 2017 и 2020 гг. в 32 неблагополучных пунктах в разных районах, где заболело 8832 (0,42 %) голов. Последний случай вспышки заболевания зарегистрирован в 2020 г. на территории Анабарского района в 2-х оленестадах МУП им. Спиридонова. Больные животные были изолированы и подвергнуты лечению с последующей иммунизацией. В результате проведения ветеринарных карантинных мероприятий неблагополучные пункты по некробактериозу северных домашних оленей были успешно ликвидированы (Распоряжение УВ РС(Я) № 36 от 16.11.2020 г.). В целом, проведение плановых лечебно-профилактических мероприятий в республике, позволили добиться значительных результатов в борьбе с некробактериозом северных оленей. Так, за исследуемый период количество неблагополучных пунктов по некробактериозу в Якутии снизилось более, чем в 12 раз, заболеваемость – в 9,15 раза, падеж – в 9,75 раза. Ежегодный охват вакцинацией против некробактериоза составляет в среднем 56,3 % от общего поголовья оленей. Наиболее высокие результаты по охвату поголовья оленей вакцинацией против некробактериоза наблюдается в 5-ти районах Арктической зоны: Анабарском, Усть-Янском, Нижнеколымском, Оленекском и Эвено-Бытантайском.

Epizootic situation on necrobacteriosis of domestic reindeer(Rangifer tarandus) in Yakutia

[1]**Koryakina L.P.,** [1]**Rumyantseva T.D.,** [2]**Sleptsov E.S.**
[1]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Arctic State Agrotechnological University"
[2]Yakut Scientific Research Institute of Agriculture

Keywords: Arctic zone, domestic reindeer, infectious diseases, epizootic situation, necrobacteriosis, unfavorable points, vaccination.

Abstract. A retrospective analysis of the regional epizootic situation on the necrobacteriosis of northern domestic deer in Yakutia for the period from 2009 to 2025 was carried out. Indicators of long-term morbidity, mortality and organization of therapeutic and preventive measures with the imposition of quarantine and restrictive measures for necrobacteriosis in the conditions of reindeer husbandry in Yakutia are determined. In recent years, in the reindeer husbandry of Yakutia, the number of reindeer herds of northern domestic reindeer has been stable at 165 thousand... heads. One of the factors hindering the development of the industry is the emergence and spread of diseases of reindeer of various nature, which account for more than 50 % of all non-productive expenses due to the death of sick animals, lowering the quality of products and reducing weight gain. The most dangerous for reindeer herding and common infectious disease in the region is necrobacteriosis. The epizootic situation in Yakutia on the necrobacteriosis of northern domestic deer is unfavorable – necrobacteriosis was detected annually from 2009 to 2015, 2017 and 2020. in 32 disadvantaged areas in different areas where 8832 (0.42 %) fell ill |d8fbe3a602bbdaf21d421b60e51fa603|. The last case of the outbreak was registered in 2020. on the territory of the Anabar district in the 2 reindeer herding areas of the MUP. Spiridonov. Sick animals were isolated and treated with subsequent immunization. As a result of veterinary quarantine measures, unfavorable points for the necrobacteriosis of northern domestic deer were successfully eliminated (Order RS(Y) No 36 of 16.11.2020 г.). In general, the implementation of planned medical and preventive measures in the republic allowed to achieve significant results in the fight against necrobacteriosis of reindeer. So, during the study period, the number of unfavorable points for necrobacteriosis in Yakutia decreased more than 12 times, the incidence – 9.15 times, the case – 9.75 times. Annual vaccination coverage against necrobacteriosis is on average 56.3 % of the total reindeer herd. The highest results in the coverage of the deer population with vaccination against necrobacteriosis are observed in 5 regions of the Arctic zone: Anabar, Ust-Yansk, Nizhnekolymsk, Olenek and Eveno-Bytantai.

Введение

Одним из важнейших факторов, обеспечивающим нормальное развитие оленеводства, является благополучие отрасли по ряду заболеваний (инфекций и паразитозов) имеющих достаточно широкое распространение, убытки от которых в общей сложности превышают 60 % всех непроизводительных расходов [1]. Оленеводство терпит значительный ущерб от некробактериоза, в возникновении которого значительную роль играет стрессовое состояние у животных [2]. Некробактериоз северных оленей (Rangifer tarandus) широко распространенное инфекционное заболевание, которым болеют все виды животных и птиц, а также и человек [3]. Заболевание протекает хронически или подостро и характеризуется некрозом тканей в очаге поражения [4, 5]. Возбудитель заболевания Fusobacterium necrophorum относится к грамотрицательным, неспорообразующим, анаэробным бактериям семейства Bacteroidaceae. При электронной микроскопии обнаружены палочковидные бактерии различной длины с гладкой наружной поверхностью [6].

Известно, что бактерия, являющаяся возбудителем заболевания, постоянно присутствует в желудочно-кишечном тракте оленей и сохраняет свою вирулентность во внешней среде даже при заморозках более трех месяцев [5].

Основная особенность некробактериоза домашних северных оленей – ярко выраженная сезонность [3]. У северных оленей гнойные поражения копыт отмечают с наступлением жары, в сентябре число заболеваний резко снижается, а в октябре уже не регистрируют [4]. При этом максимальный подъем заболевания у животных наблюдается в летние месяцы: июнь – 16,12 %, июль – 42,03 % и август 21,57 % [7]. Это связано с созданием оптимальных для развития инфекций сезонных условий – плюсовых температур воздуха, истощения животных, активности насекомых [4].

Установлено, что некробактериоз регистрируется ежегодно, количество выявленных больных северных оленей составляет от 7,1 до 33,3 % из общего поголовья [7], в летний период доля больных животных может достигать 65–70 % [4]. Отмечается, что из общего количества заболевших животных более 50 % приходится на телят текущего года рождения [3]. Некробактериозом ежегодно переболевает до 10 % поголовья оленей, из которых около 80 % гибнет [5]. Степень зараженности оленей некробактериозом колеблется по отдельным годам и зависит от погодно-климатических условий [2].

Основные клинические проявления болезни – гнойные некрозы кожи, слизистых, внутренних органов в результате инфицирования анаэробными патогенными фузобактериями, преимущественно F. Necrophorum [5].

Наиболее часто некробактериоз проявляется в форме поражения кожи пальцевой части конечности на волярной (плантарной) стороне [8]. Чаще поражается одна конечность, иногда две, реже три [3]. Выявлено, что на компонентах летних пастбищных рационах домашних северных оленей (Salix borealis, Vaccinium uliginosum, Betula nana, B. Pendula) присутствуют микотоксины в концентрациях, которые могут представлять угрозу для здоровья животных [9].

Основным способом лабораторной диагностики некробактериоза является бактериологическое исследование, на постановку которого затрачивается 12–16 суток [10]. Но бактериологическое исследование не дает достаточно точных результатов, так как из очагов поражения можно выделить не только F. necrophorum, но и другие патогенные микроорганизмы [5]. В настоящее время наиболее чувствительными и специфичными признаны методы ПЦР-диагностики, позволяющие сократить сроки диагностических исследований в 8–10 раз [11].

Приоритетной задачей современной ветеринарной медицины является изучение распространенности бактериальных и вирусных инфекций среди сельскохозяйственных животных и птиц. Вопросы совершенствования системы профилактических и противоэпизоотических мероприятий особенно актуальны. Для разработки и внедрения эффективных противоэпизоотических мероприятий в оленеводстве, огромное значение имеет ретроспективный анализ региональной эпизоотической ситуации по некробактериозу северных домашних оленей, данные которого послужат базовой информацией для управления эпизоотическим процессом.

Цель – изучить региональные особенности эпизоотической ситуации и меры борьбы с некробактериозом домашних северных оленей в условиях Якутии.

Материалы и методы исследования

В исследовании были использованы официальные статистические данные о заразных болезнях (форма № 1-ВЕТ, № 1-ВЕТ-А), хранящиеся в Управлении ветеринарии Республики Саха (Якутия). Учитывали количество выявленных неблагополучных пунктов по некробактериозу северных домашних оленей, число заболевших и павших животных с указанием локализации эпизоотического очага, количество охваченных вакцинацией животных. Данные о численности поголовья северных домашних оленей представлены Министерством сельского хозяйства и продовольственной политики Республики Саха (Якутия).

Результаты исследований

Динамика поголовья северных домашних оленей за 2009–2025 гг. предоставлена региональным Министерством сельского хозяйства и свидетельствует об изменчивости во времени и пространстве за рассматриваемый период (рис. 1). Оценивая современное состояние отрасли, надо отметить, что общее поголовье северных домашних оленей на 01.01.2025 года оставляет 159794 гол., что на 4,16 % и 1,66 %, соответственно, ниже к уровню последних двух лет (2024 г. и 2023 г.). Следует отметить, что поголовье северных домашних оленей снизилось на 14,85 %, по сравнению с 2009 годом.

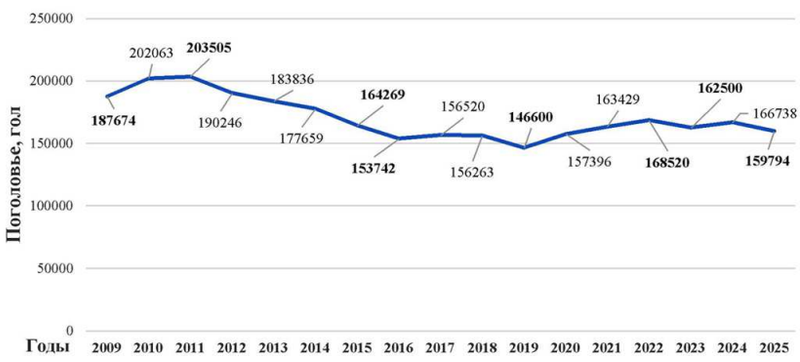


Рисунок 1. Динамика поголовья северных оленей в Якутии за 2009-2025 гг. (гол.)
Figure 1. Dynamics of the reindeer herd in Yakutia for 2009-2025 (heads)

По данным регионального Управления ветеринарии на территории Якутии зарегистрировано 2 неблагополучных пункта по некробактериозу северных оленей в оленеводческих стадах Анабарского района. За отчетный год оздоровлен один неблагополучный пункт на территории с. Харыялах Оленекского района (табл. 1).

Установлено, что за период исследования ежегодно в оленеводческих хозяйствах республики выявляли неблагополучные пункты по некробактериозу северных оленей, кроме 2019 и последних 5 лет (2021–2025 гг.). За это время было выявлено всего 32 неблагополучных пункта, из них оздоровлено 31 (96,9 %). Вспышки болезни наблюдались в летний период. Динами-

ка количества неблагополучных пунктов по числу заболевших и погибших животных имеет четкую тенденцию к снижению.

Последний случай вспышки некробактериоза на территории Якутии зарегистрирован в 2020 г. на территории Анабарского района в оленеводческих стадах МУП им. Спиридонова – № 1 и № 2. Распоряжением регионального Управления ветеринарии в неблагополучных хозяйствах наложен карантин (Распоряжение УВ РС(Я) № 19722-19723/А от 17.08.2020 г.). В неблагополучных по некробактериозу оленеводческих стадах введены ограничительные мероприятия (карантин) – больные животные изолированы от здоровых и подвергнуты иммунизации. В результате принятых мер, неблагополучные пункты по некробактериозу северных оленей в Анабарском районе были ликвидированы (Распоряжение УВ РС(Я) № 36 от 16.11.2020 г.). В настоящее время оленьи стада № 1 и № 2 МУП им. Спиридонова оздоровлены, повторной вспышки заболевания не регистрируется, хозяйство считается благополучным по некробактериозу северных домашних оленей.

Для профилактики заболевания северных оленей некробактериозом ветеринарными специалистами ежегодно проводится вакцинация восприимчивого поголовья северных оленей (рис. 2).

Выявлено, что профилактическими вакцинациями против некробактериоза северных оленей охвачено 59–73 % от общего поголовья оленей. Вакцинация против данного инфекционного заболевания проводится ежегодно во всех оленеводческих районах. Количество неблагополучных пунктов на территории республики за исследуемый период сократилось более, чем в 12 раз. За 2009–2013 годы численность заболевших животных в оленеводческих стадах составляло от 0,18 до 1,17 % от общего поголовья домашних северных оленей. При этом максимальное количество павших от некробактериоза оленей наблюдается в 2012 году и составило 1155 голов или 1,17 % от общей численности поголовья. С 2015 по 2018 годы численность заболевших некробактериозом оленей резко сократилось и колебалось от 1 до 83 голов, что составляет 0,05 % к общей численности поголовья. При этом за 2017–2018 годы пало 166 гол. больных оленей.

Таблица 1. Динамика эпизоотической ситуации по некробактериозу северных домашних оленей в Республике Саха (Якутия) за 2009-2025 гг
Table 1. Dynamics of the epizootic situation on the necrobacteriosis of northern domestic deer in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2009-2025

Показатели	Годы			
	2009-2013	2014-2018	2019-2023	2024-2025
Неблагополучн пункты, всего	25	5	2	-
Заболевшие животные	8294	485	53	-
Павшие животные	2450	156	16	-
Вакцинировано, гол.	620071	506517	337614	98347
Охват вакцинацией, %	64,1	62,6	42,3	30,1
Поголовье оленей, всег. гол.	967324	808453	798445	326532

Таблица 2. Данные по охвату поголовья вакцинацией против некробактериоза северных оленей по районам Якутии за 2020-2025 гг. (гол)
Table 2. Data on the coverage of livestock vaccination against necrobacteriosis of reindeer in the regions of Yakutia for 2020-2025 (heads)

№	Название района	Вакцинировано по годам, гол.					
		2020 г	2021 г	2022 г	2023 г	2024 г	2025 г
1.	Абыйский	-	47	-	530	820	337
2.	Алданский	7085	6495	7000	7000	6685	3700
3.	Анабарский	10496	8000	10050	8065	-	9535
4.	Булунский	-	6640	13606	6504	7102	-
5.	Верхнеколымский	-	800	400	956	-	830
6.	Верхоянский	-	2240	3213	2200	2000	500
7.	Жиганский	1147	600	684	1016	867	540
8.	Кобяйский	2000	5000	2500	5000	5000	3000
9.	Момский	3404	880	-	3056	2297	-
10.	Нижнеколымский	6328	6050	6500	6000	6000	5800
11.	Нерюнгринский	5511	5582	5548	5876	-	2880
12.	Оймяконский	-	428	763	1255	546	1525
13.	Олекминский	-	4098	3966	3891	3470	1492
14.	Оленекский эвенкийский национальн.	-	-	2127	2164	2455	2500
15.	Среднеколымский	-	800	700	700	700	700
16.	Томпонский	-	5121	694	4859	4093	2122
17.	Усть-Майский	-	-	-	-	76	100
18.	Усть-Янский	10001	7200	13041	8000	8002	3500
19.	Эвено-Бытантайский национальный	2100	630	5548	761	4125	5048
	Всего:	48072	60 611	70 792	67833	54238	44109

Выявлено, что степень охвата вакцинацией поголовья домашних северных оленей в разрезе оленеводческих районов в Якутии весьма неравномерна (табл. 2).

С начала 2025 года в Якутии вакцинировано 44,1 тыс. голов или 27,6 % к общему поголовью северных домашних оленей. Это только предварительные данные, поскольку вакцинация поголовья оленей против некробактериоза еще не закончена и будет завершена в полном объеме с окончанием корализации (декабрь). Высокие показатели по охвату поголовья оленей вакцинацией против некробактериоза отмечены в стадах Анабарского района – там проведено более 9535 обработок.

Представленные материалы в таблице 2 свидетельствуют о том, что не все районы Якутии, где занимаются разведением северных домашних оленей, охвачены профилактическими мероприятиями против некробактериоза. Такие районы Арктической зоны как Абыйский (2020 г., 2022 г.), Анабарский (2024 г.), Булунский (2020 г., 2025 г.), Верхнеколымский (2020 г., 2024 г.), Момский (2022 г., 2025 г.), Оленекский эвенкийский национальный (2020 и 2021 гг.), Среднеколымский (2020 г.) в разные годы вообще не проводили вакцинацию животных против некробактериоза. Это, в основном, связано с удаленностью и труднодоступностью территории, неразвитостью транспортной системы и недостаточным кадровым обеспечением отрасли, обусловленными сложными природно-климатическими условиями этих территорий.

Как правило, массовые лечебно-профилактические обработки оленей можно проводить только в коралях, расположенных на маршрутах кочевания оленьих стад. Доставка специалистов, лечебных препаратов, необходимого оборудования возможна в большинстве случаев только на вертолётах. Кроме того, процесс этот очень трудоёмок для оленеводов и специалистов, затрачивается достаточно много времени, олени тревожатся и нарушается режим выпаса стада.

Несмотря на сложные природно-климатические условия Арктической зоны, ветеринарные специалисты Жиганского, Нижнеколымского и Усть-Янского районов ежегодно обеспечивают вакцинацию поголовья оленей против некро-

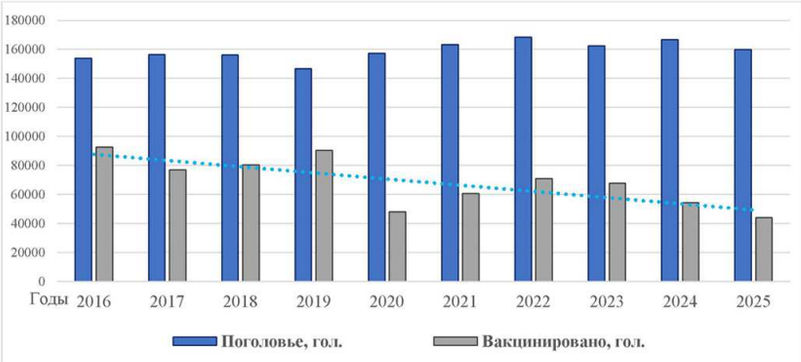


Рисунок 2. Динамика охвата вакцинацией оленей к общей численности поголовья в Якутии за 2016-2025 гг.
Figure 2. Dynamics of deer vaccination coverage to the total number of livestock in Yakutia for 2016-2025

бактериоза. Организация лечебно-профилактических мероприятий в оленеводстве тесно связана с природной зоной ведения оленеводства, особенностями технологии выпаса оленей, наличием стационарных коралей и использованием оленеводами современных технических средств.

Заключение

Таким образом, ретроспективный анализ показал, что на территории Якутии в период исследования многие оленеводческие районы в той или иной степени были неблагополучны по некробактериозу северных домашних оленей. Последний случай с введением карантина и ограничительных мер по некробактериозу северных домашних оленей был зарегистрирован в 2020 г. в стадах № 1 и № 2 МУП им. Спиридонова в Анабарском районе. Диагнозы были подтверждены клинически. В результате проведенных карантинных мероприятий, ранее выявленные неблагополучные пункты по некробактериозу северных оленей были ликвидированы, стада оздоровлены. В целом, количество неблагополучных пунктов на территории республики за исследуемый период сократилось более чем в 12 раз. При этом заболеваемость некробактериозом домашних северных домашних оленей сократилась в 9,15 раз, падеж – в 9,75 раз. Профилактической вакцинацией против некробактериоза домашних северных оленей в среднем по республике охвачено 56,3 % от общего поголовья оленей. Наиболее полный охват вакцинацией поголовья отмечается в Арктической зоне – Анабарском, Усть-Янском, Нижнеколымском, Оленекском и Эвено-Бытантайском национальных районах. Проведенный анализ дал наиболее полную и целостную картину эпизоотического состояния в территориально-временном диапазоне и на популяционном уровне распространения данной инфекции. Ветеринарная служба на местах должна планировать проведение лечебно-профилактических мероприятий и контролировать эпизоотическую ситуацию с учетом тенденции развития болезни.

Литература

1. Казановский Е.С. Рационализация технологии борьбы с доминирующими инфекциями и паразитозами северных оленей. / Е.С. Казановский, В.П. Карабанов, К.А. Клебенсон // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. - 2010. - № 11. - С. 227-229.
2. Решетников А.Д. Развитие научного ветеринарного обеспечения оленеводства Якутии. / А.Д. Решетников, М.П. Неустроев, Н.П. Тарабукина и др. // Известия Самарского научного центра РАН. - 2017. - № 5-2. - С. 373-380.
3. Лайшев К.А. Проблемы ветеринарного благополучия по инфекционным болезням в Северном оленеводстве. / К.А. Лайшев, В.А. Забродин // Farm Animals. - 2012. - № 1 (1). - С. 36-40.
4. Микробиота рубца у северных оленей (Rangifer tarandus) с клиническими проявлениями некробактериозов. / К.А. Лайшев, Л.А. Ильина, Е.А. Йылдырым и др. // Сельскохозяйственная биология. - 2019. - № 4. - С. 744-753. DOI 10.15389/agrobiology.2019.4.744rus.
5. Мельник Р.Н. Совершенствование технологии производства вакцины против сибирской язвы и некробактериоза животных. / Р.Н. Мельник, А.Я. Самуйленко, Н.В. Мельник и др. // Эффективное животноводство. - 2020. - № 5 (162). - С. 58-61. DOI 10.24411/9999-007A-2020-00015.
6. Сальникова М.М. Ультратонкое строение возбудителя некробактериоза Fusobacterium necrophorum. / М.М. Сальникова, В.Р. Саитов, И.Ф. Рахматуллин и др. // Ветеринарная патология. - 2012. - № 2 (40). - С. 52-58.
7. Маслова Е.Н. Экономическая эффективность профилактических мероприятий при некробактериозе северных оленей. / Е.Н. Маслова, С.В. Серебряков // Международный научно-исследовательский журнал. - 2020. - № 9-1 (99). - С. 110-113. DOI 10.23670/IRJ.2020.99.9.019.
8. Кечин В.П. Система лечебно-профилактических мероприятий при некробактериозе северных оленей. / В.П. Кечин, К.А. Лайшев, С.И. Самойлов // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. - 2004. - № 1. - С. 190-192.
9. Распространение микотоксинов в кормах летнего пастбищного рациона Rangifer tarandus в Арктической зоне России. / Е.А. Йылдырым, Л.А. Ильина, К.А. Лайшев и др. // Сельскохозяйственная биология. - 2018. - № 4. - 779-786. DOI 10.15389/agrobiology.2018.4.779rus.
10. Семенихин В.И. Выявление возбудителя некробактериоза сельскохозяйственных животных с помощью гнездовой полимеразной цепной реакции. / В.И. Семенихин, А.С. Донченко, С.А. Юрик // Ветеринарная патология. - 2009. - № 3 (30). - С. 52-56.
11. Макаев Х.Н. Выделение и идентификация возбудителя некробактериоза крупного рогатого скота при помощи бактериологических исследований и ПЦР-диагностики. / Х.Н. Макаев, Т.Х. Фаизов, Р.М. Потехина и др. // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. - 2012. - № 3. - С. 91-95.

References

1. Kazanovskij E.S. Racionalizaciya texnologii bor`by` s dominiruyushhimi infekciyami i parazitozami severny`x olenej. / E.S. Kazanovskij, V.P. Karabanov, K.A. Klebenson // Teoriya i praktika bor`by` s parazitarny`mi boleznyami. - 2010. - № 11. - S. 227-229.
2. Reshetnikov A.D. Razvitie nauchnogo veterinarnogo obespecheniya olenevodstva Yakutii. / A.D. Reshetnikov, M.P. Neustroev, N.P. Tarabukina i dr. // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. - 2017. - № 5-2. - S. 373-380.
3. Lajshev K.A. Problemy` veterinarnogo blagopoluchiya po infekcionny`m boleznyam v Severnom olenevodstve. / K.A. Lajshev, V.A. Zabrodin // Farm Animals. - 2012. - № 1 (1). - S. 36-40.
4. Mikrobiota rubcza u severny`x olenej (Rangifer tarandus) s klinicheskimi proyavleniyami nekrobakteriozov. / K.A. Lajshev, L.A. Il`ina, E.A. Jy`ldy`ry`m i dr. // Sel`skoxozyajstvennaya biologiya. - 2019. - № 4. - S. 744-753. DOI 10.15389/agrobiology.2019.4.744rus.
5. Mel`nik R.N. Sovershenstvovanie texnologii proizvodstva vakciny` protiv sibirskoj yazvy` i nekrobakterioza zhivotny`x. / R.N. Mel`nik, A.Ya. Samujlenko, N.V. Mel`nik i dr. // E`ffektivnoe zhivotnovodstvo. - 2020. - № 5 (162). - S. 58-61. DOI 10.24411/9999-007A-2020-00015.
6. Sal`nikova M.M. Ul`tratonkoe stroenie vozbuditelya nekrobakterioza Fusobacterium necrophorum. / M.M. Sal`nikova, V.R. Saitov, I.F. Raxmatullin i dr. // Veterinarnaya patologiya. - 2012. - № 2 (40). - S. 52-58.
7. Maslova E.N. E`konomicheskaya e`ffektivnost` profilakticheskix meropriyatij pri nekrobakterioze severny`x olenej. / E.N. Maslova, S.V. Serebryakov // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. - 2020. - № 9-1 (99). - S. 110-113. DOI 10.23670/IRJ.2020.99.9.019.
8. Kechin V.P. Sistema lechebno-profilakticheskix meropriyatij pri nekrobakterioze severny`x olenej. / V.P. Kechin, K.A. Lajshev, S.I. Samojlov // Sovremenny`e problemy` prirodopol`zovaniya, oxotovedeniya i zverovodstva. - 2004. - № 1. - S. 190-192.
9. Rasprostranenie mikotoksinov v kormax letnego pastbishhnogo raciona Rangifer tarandus v Arkticheskoj zone Rossii. / E.A. Jy`ldy`ry`m, L.A. Il`ina, K.A. Lajshev i dr. // Sel`skoxozyajstvennaya biologiya. - 2018. - № 4. - 779-786. DOI 10.15389/agrobiology.2018.4.779rus.
10. Semenixin V.I. Vy`yavlenie vozbuditelya nekrobakterioza sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x s pomoshh`yu gnezdovoj polimeraznoj cepnoj reakcii. / V.I. Semenixin, A.S. Donchenko, S.A. Yurik // Veterinarnaya patologiya. - 2009. - № 3 (30). - S. 52-56.
11. Makaev X.N. Vy`delenie i identifikaciya vozbuditelya nekrobakterioza krupnogo rogatogo skota pri pomoshhi bakteriologicheskix issledovanij i PCzR-diagnostiki. / X.N. Makaev, T.X. Faizov, R.M. Potexina i dr. // Ucheny`e zapiski KGAVM im. N.E`. Baumana. - 2012. - № 3. - S. 91-95.

Для цитирования / For citation

Эпизоотическая ситуация по некробактериозу домашних северных оленей (Rangifer tarandus) в Якутии / Л.П. Корякина и др. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.73–76.
.Epizootic situation on necrobacteriosis of domestic reindeer (Rangifer tarandus) in Yakutia / L.P. Koryakina et al. // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.73–76.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-17

УДК 636.082

Влияние типов кормления на молочную продуктивность и возникновение гинекологических патологий у коров

[1]**Кузнецов В.М.,** доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, sakhnii_sakhalin@mail.ru
[1]**Ревина Г.Б.,** кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
[2]**Андросова Л.Ф.,** доктор сельскохозяйственных наук,

[1]ФГБНУ Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, филиал ВИР
[2]АО "Совхоз Южно-Сахалинский"

Ключевые слова: воспроизводительная способность, гинекологические заболевания, плодовитость, кормовые рационы, кормление, молочная продуктивность, репродуктивная способность, сахалинская популяция, голштинская порода.

Резюме. Изучено влияние разных типов кормления на молочную продуктивность и плодовитость коров голштинской породы в условиях Сахалинской области. Установлено влияние типов кормления коров на возникновение гинекологических патологий у коров. В рационах лактирующих коров силосно-концентратного типа кормления при молочной продуктивности за 305 дней лактации от 6180±27 до 6377±20 и массовой доли жира 3,8–3,9 %, частота гинекологических патологий составила 56 % (p≤0,95). При сенажно-концентратном типе кормления и средней молочной продуктивности от 6280±23 до 6452±42 кг, частота гинекологических заболеваний не превышала 45 % (p≤ 0,95). Установлено также, что несбалансированность рационов по основным питательным веществам отрицательно влияли на их здоровье и плодовитость. При изучении функциональной активности сложного желудка и разных типах рационов, содержащих корма с высоким и низким уровнем сырой клетчатки и степени ее переваримости, установлено, что ферментация зависела от микробиальной активности содержимого рубца. Акушерско-гинекологические заболевания оказались наиболее часто встречающимися патологиями у коров в зависимости от структуры рациона. Структура питания значительно влияла на частоту гинекологических патологий. Чаще всего у больных животных концентратного типа кормления диагностировали персистентное желтое тело яичников – 27,4 %, сенажно-концентратного типа и силосно-концентратного типа – эндометрит 47,8 и 47,7 %. Гипофункцию яичников диагностировали у 15,1 % больных коров, у которых замедлялся рост, формирование, созревание и своевременное лопанье фолликулов. У коров с сенажно-концентратным типом кормления эта патология встречалась чаще (17,0 %). У 18,8 % животных, которые относились к разным группам, наблюдали фолликулярные кисты яичников, основной причиной возникновения которых является гормональный дисбаланс. Наиболее часто эта патология встречалась в группе с силосно-концентратным типом кормления – 25 %..

The effect of feeding types on milk productivity and the occurrence of gynecological pathologies in cows

[1]**Kuznetsov V.M.,** [1]**Revina G.B.,**[2]**Androsova L.F.**
[1]Researcher, Sakhalin Scientific Research Institute of Agriculture, VIR branch
[2]Senior Researcher, Yuzhno-Sakhalinsky State Farm JSC

Key words: reproductive ability, gynecological diseases, fertility, feed rations, feeding, milk productivity, reproductive ability, Sakhalin population, Holstein breed

Abstract. The effect of different feeding types on milk productivity and fertility of Holstein cows in the Sakhalin Region was studied. The influence of feeding types on the occurrence of gynecological pathologies in cows was established. In lactating cows fed silage-concentrate diets with milk productivity over 305 days of lactation ranging from 6180±27 to 6377±20 and a fat mass fraction of 3.8–3.9%, the incidence of gynecological pathologies was 56% (p ? 0.95). With haylage-concentrate feeding and an average milk productivity of 6280±23 to 6452±42 kg, the incidence of gynecological diseases did not exceed 45% (p≤ 0.95). It was also established that the imbalance of diets for essential nutrients negatively affected their health and fertility. When studying the functional activity of the complex stomach and different types of diets containing feeds with high and low levels of crude fiber and the degree of its digestibility, it was established that fermentation depended on the microbial activity of the rumen contents. Obstetric and gynecological diseases were the most common pathologies in cows depending on the diet structure. The diet structure significantly influenced the frequency of gynecological pathologies. Persistent corpus luteum of the ovaries was most often diagnosed in sick animals fed a concentrate type of feeding (27.4%), while endometritis was diagnosed in 47.8% of those fed a haylage-concentrate type and a silage-concentrate type (47.7%). Hypoovarian dysfunction was diagnosed in 15.1% of sick cows, in which growth, formation, maturation, and timely rupture of follicles were slowed. In cows fed a haylage-concentrate type of feeding, this pathology was more common (17.0%). Ovarian follicular cysts, the primary cause of which is hormonal imbalance, were observed in 18.8% of animals across different groups. This pathology was most common in the silage-concentrate-fed group, at 25%.

Введение

В последнее время исследования в области кормления молочного скота направлены на изыскание новых физиологически и экологически обоснованных методов активизации защитных сил организма животных, повышение жизнеспособности и интенсивности роста в разные возрастные периоды.

Основу рационов молочного скота в зимний период в Сахалинской области составляют объемистые корма – сенаж и силос из многолетних и дикорастущих трав, сено и картофель. Применяемые в сельскохозяйственных предприятиях Сахалинской области рационы с большим содержанием силоса, сенажа, грубых кормов, а соответственно, и клетчатки, отличаются малым содержанием энергии и протеина. Микрофлора обеспечивает (на 70 % и более) основное расщепление компонентов рациона, и усвоение питательных веществ именно в рубце. А такое кормление приводит к низкой активности рубцовой микрофлоры, что развивает ацидоз в период несбалансированного кормления [1-4].

Ацидоз приводит к задержке отделения последов и к последующим осложнениям в виде кетоза, мастита, ослабления иммунной системы, рождения нежизнеспособных телят, удлинения сервис-периода, недополучения телят и значительного количества молока [5].

Кроме того, в рационах сухостойных и новотельных коров в большинстве хозяйств отмечен значительный дефицит витаминов, макро- и микроэлементов. Рационы коров, содержащие 50 и более процентов силоса и сенажа, способствуют снижению резервной щелочности и возникновению нежелательной кислой реакции крови, появлению кетозов и, как следствие, рождению ослабленных и даже нежизнеспособных телят [6-9].

Для обеспечения заданной продуктивности при высокой репродуктивной способности коров в сельскохозяйственных предприятиях, необходимы оптимальные типы кормления на основе существующих и новых технологий производства кормов.

Цель наших исследований – изучить влияние различных типов рационов на молочную продуктивность и плодовитость коров голштинской породы сахалинской популяции и частоту гинекологических заболеваний.

Материал и методы

Исследования проведены в СахНИИСХ – филиал ВИР, и АО "Совхоз Южно-Сахалинский" Сахалинской области.

С целью изучения влияния типов кормления проведен научно-хозяйственный опыт на лактирующих коровах, находящихся в одинаковых условия содержания в зимне-стойловый период. Изучено влияние разных типов рационов кормления на молочную продуктивность, воспроизводительную способность и возникновение гинекологических патологий. В состав зимних рационов входили корма, приготовленные из травосмесей многолетних трав, рецептурные концентрированные корма, корнеклубнеплоды и кормовые добавки Опыт проводили согласно схемы, представленной в таблице 1.

Нарушения репродуктивной функции животных фиксировали по количеству больных в группах, а также у выбывших коров с нарушениями воспроизводительной способности. Гинекологические заболевания у подконтрольного поголовья выявляли на основании ректальных и УЗИ исследований, а также по клиническим признакам для выявления следующих заболеваний: персистентное желтое тело яичников, гипофункция яичников, субинволюция матки, кистоз яичников и эндометрит. Природу устойчивости к возникновению гинекологических патологий оценивали клинико-генеалогическим и статистическим методом. Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$. Средние по группам выражали в долях стандартного отклонения по отношению к пороговому признаку [10].

Проведены наблюдения за состоянием здоровья животных, их поведением, состоянием пищеварительного тракта и продуктивностью. Учет молочной продуктивности – ежедневный групповой, один раз в месяц – индивидуальный с отбором проб молока для химического анализа.

Анализы химического состава кормовой массы и ее питательности выполнены в ФГУ ГЦАС "Сахалинский" и СахНИИСХ – филиал ВИР. При этом определяли: влагу, общий азот, протеин, жир, клетчатку, золу, углеводы (сахара), макроэлементы (Ca, K, P, Mg, S), каротин – по общепринятым в зоотехнии методикам. При проведении исследований пользовались электронной базой данных.

Результаты исследований и обсуждение

Для изучения влияния кормов, заготовленных на период зимне-стойлового содержания, проведен анализ химического состава зеленой массы и физиологических особенностей кормовых трав. Анализ показал, что растения обладают некоторыми особенностями, которые влияют как на процесс заготовки кормов, так и его химический состав. Кормовые растения состоят из ограниченного количества сухого вещества и обладают высокой проникающей способностью мембран цитоплазмы, что приводит к снижению тургора клеточного содержимого. Такая особенность кормов, заготовленных в условиях муссонного климата острова, оказывает влияние, как на химический состав рационов, так и продуктивные и репродуктивные показатели лактиру-

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта
Table 1. Scheme of scientific and economic experience

Группы животных по типу рационов	Количество голов в группах		
	1 лактация	2 лактация	3 лактация и старше
Силосно-концентратный	53	81	128
Сенажно-концентратый	67	78	117
Концентратный	57	88	116

Таблица 2. Химический состав кормов собственного производства (АО «Совхоз Южно-Сахалинский»)
Table 2. – Chemical composition of feed produced in-house (JSC Sovkhoz Yuzhno-Sakhalinsky)

Общие элементы питания	Химический состав кормов		
	сено	силос	сенаж
Кормовые единицы, /кг	0,48	0,22	0,29
Обменная энергия, МДж/кг	7,12	3,35	4,47
Сухое вещество,%	85,4	40,7	46,6
Сырой протеин, г/кг	6,57	3,76	19,758
РП (расщепленн. протеин), г/кг	30	15	17,49
НРП (нерасщепленный. протеин), г/кг	35,7	22,6	2,268
Переваримый протеин, г/кг	33,47	19,548	17,49
Сырой жир, %	1,73	0,89	1,16
Сырая клетчатка, %	29,58	13,11	17,87
Нейтрально-детергентная клетчатка, г/кг	493	202	180
Кислотно-детергентная клетчатка, г/кг	50	180	120
Крахмал, г/кг	12	12	12
Сахар,%	4,87	1,79	5,49
Безазотистые экстрактивные вещества, г/кг	411	210	200

ющих коров. Видовой состав агроценоза естественных лугов и пастбищ формирует специфический массив лугов и существенно влияет на урожайность и качества корма. Установлено влияние особенностей технологии заготовки объемистых кормов, качества зеленой массы, периода заготовки на продуктивность и воспроизводство стада.

Химический состав кормов собственного производства представлен в таблице 2.

Исследования показали, что типы кормления существенно влияют на молочную продуктивность, репродуктивные показатели и незначительно на массовую долю жира в молоке у коров. Самая высокая продуктивность получена у коров концентратного типа кормления, однако более устойчивую лактацию наблюдали при сенажно-концентратном типе кормления (табл. 3).

Среди подконтрольных коров (785 головы) гинекологические заболевания были выявлены у 378 голов (48,4 %). В группе коров концентратного типа кормления больные коровы составляли 49,7 %, сенажно-концентратного 45,0 %, а силосно-концентратного 56,0 % соответственно (табл. 4).

При оценке функциональной активности многокамерного желудка и разных типах питания установлено, что частота гинекологических патологий зависела от содержания в кормах органических кислот, клетчатки и степени ее переваримости (табл. 5). Повышенная кислотность рубца в рационах силосно-концентратного типа кормления (pH ≥ 6) свидетельствует о развитии ацидоза у коров. Продуктивность коров концентратно-сенажного типа с высоким уровнем обменной энергии была значительно выше, однако такой тип кормления сопровождался увеличением частоты гинекологических заболеваний.

Исследования показали, что количество продуктов обмена веществ, щелочной резерв крови и полноценность рациона коров зависят от pH среды содержимого рубца, которая возникает при разных типах питания. Установлено также, что незначительные изменения в соотношениях концентрированных кормов, сенажа, силоса и сена в рационе влияют на потребление корма, величину суточного удоя и патологические изменения репродуктивных органов молочных коров. Акушерско-гинекологические патологии

Таблица 3. Молочная продуктивность коров за 305 дней лактации в зависимости от типа кормления
Table 3. Milk production of cows over 305 days of lactation, depending on the type of feeding

Группы животных по типу рационов	удой, кг	(±) к средней	массовая доля жира, %
1 лактация			
Силосно- концентратный (30-35% концентратов)	6180±27	-143**	3,78±0,002
Сенажно-концентратный (35-40% концентратов)	6280±23	-43*	3,80±0,018
Концентратный(40%-45% концентратов)	6510±44	+187***	3,79±0,021
В среднем	6323±27		3,79±0,002
2 лактация			
Силосно- концентратный (30-35% концентратов))	6277±21	-103	3,78±0,022
Сенажно-концентратный (35-40% концентратов)	6308±27	-22	3,80±0,014
Концентратный(40%-45% концентратов)	6407±39*	+77	3,79±0,024
В среднем	6330±27		3,79±0,012
3 лактация			
Силосно- концентратный (30-35% концентратов))	6377±20	-154***	3,78±0,070
Сенажно-концентратный (35-40% концентратов)	6452±42	-11	3,80±0,044
Концентратный(40%-45% концентратов)	6766±22	+235***	3,79±0,032
В среднем	6531±27		3,79±0,011

* достоверно при p≤ 0,95 , * достоверно при p≤ 0,99, * достоверно при p≤ 0,999

Таблица 4. Влияние типа кормления на возникновение гинекологических заболеваний у коров
Table 4. Effect of feeding type on the occurrence of gynecological diseases in cows

Питательность рациона	Тип кормления		
	концентратный	сенажно-концентратный	силосно-концентрат- ный
Питательность рационов			
Кормовых единиц	17,35	18,24	18,77
ОЭ, Мдж	203,51	207,97	216,33
Сухое вещество, кг	20,26	20,97	21,88
Сырой протеин, г	2752,10	2831,00	3071,00
Расщепленный протеин, г	1273,15	1365,20	1646,10
Нерасщепленный протеин, г,	386,95	373,80	332,90
Переваримый протеин, г	1822,85	1850,85	1986,12
Сырой жир, г	839,30	834,20	890,70
Сырая клетчатка, г	4493,50	4542,00	4900,40
Нейтрально-детергенная клетчатка, г	8296,00	8122,00	8903,40
Крахмал, г	2625,55	2373,20	2787,50
Сахар, г	1085,42	1412,46	1243,56
БЭВ	6778,00	7406,00	7754,60

Таблица 5. Частота гинекологических заболеваний в зависимости от содержания органических кислот в составе рационов / Table 5. Frequency of gynecological diseases depending on the content of organic acids in the diet

Показатель	Тип кормления по питательности, %		
	концентратный	сенажно-концентратный	силосно-концентратный
Частота гинекологических заболеваний, %	49,7***	45,0**	56,0**
Масляная кислота, г	15-	-	21
Уксусная кислота, г	37,8	77	63
Молочная кислота, г	75,6	107,8	42
Нитраты, мг	5215	7877	13650
Общая кислотность, pH	4.4	5,6	6,3
Переваримость сухого вещества рациона, %	64	53	49

* достоверно при p≤ 0,95 , * достоверно при p≤ 0,99, * достоверно при p≤ 0,999

оказались наиболее частыми в зависимости от энергетической питательности, структуры и состава рационов.

Изучение эффективности рационов в зимне-стойловый период содержания коров свидетельствует о том, что уровень обменной энергии и содержание сырой клетчатки в рационах существенно влияет на молочную продуктивность и возникновение репродуктивных патологий у коров (табл. 6).

Структура питания значительно влияла на частоту гинекологических патологий. Чаще всего у больных животных концентратного типа кормления диагностировали персистентное желтое тело яичников – 27,4 %, сенажно-концентратного типа и силосно-концентратного типа – эндометрит 47,8 % и 47,7 %. Гипофункцию яичников диагностировали у 15,1 % больных коров с замедлением роста, формированием, созреванием и своевременным лопаньем фолликулов. У коров с сенажно-концентратным типом кормления эта патология встречалась чаще (17,0 %). У 18,8 % животных разных групп наблюдали фолликулярные кисты яичников основной причиной возникновения которых был гормональный дисбаланс. Наиболее часто эта патология встречалась в группе с силосно-концентратным типом кормления – 25 %.

Повышенная кислотность рациона (pH в пределах 5–6 ед.) свидетельствовала о развитии ацидоза.

Продуктивность коров с высоким уровнем обменной энергии была значительно выше.

При использовании рациона с низким содержанием концентратов и значительной долей объемистых кормов синтез микробиального сырого жира и сырого протеина превышает потребление питательных веществ с кормами у этих животных. Повышенное количество сырого жира, поступающего из сложного желудка, по сравнению с содержащемся в потребленном корме, связано с преобразованием одних веществ в другие в процессе жизнедеятельности микробиальной популяции рубца. Согласно данным современных исследований вновь синтезированные жиры из углеводов и углеводных остатков дезаминированных аминокислот образуются в большем количестве, чем их содержалось в потребленном корме.

Усвояемость основных компонентов рационов зависела от грубых и сочных кормов. Поэтому усвояемость сухого и органического вещества рациона изменялась незначительно. Для оценки степени рубцового пищеварения следует использовать коэффициент переваримости сырой клетчатки. При изучении влияния соотношения сырой клетчатки и остальных компонентов рациона выявлены значительные различия в устойчивости к ацидозу у лактирующих коров к разным типам рационов. Так как содержание крахмала оказывает существенное влияние на микробные популяции – увеличение его в рационах молочных коров сопровождается изменением популяций грибов, простейших, метаногенных архей, общих бактерий и некоторых специфических популяций бактерий.

При изучении функциональной активности сложного желудка и разных типах рационов, содержащих корма с высоким и низким уровнем сырой клетчатки и степени ее переваримости, установлено, что ферментация зависела от микробиальной активности содержимого рубца. Акушерско-гинекологические заболевания оказались наиболее часто встречающимися патологиями у коров в зависимости от структуры рациона.

В этой связи одним из условий активной ферментации субстрата является оптимальное количество сырой клетчатки. Патологические процессы в яичниках при высоком

Таблица 6. Гинекологические заболевания в стаде АО «Южно-Сахалинский» в зависимости от типа рациона
Table 6. Gynecological diseases in the herd of JSC Yuzhno-Sakhalinsky, depending on the type of diet

Гинекологические Заболевания	Частота заболеваний	
	колич. голов	в %
Концентратный тип кормления		
Всего обследовано	205	100
В том числе больных	102	49,7**
Из них выявлено: кисты фолликулярные, лютеиновые	21	20,6**
персистентное желтое тело яичников	28	27,4**
гипофункция яичников	15	14,7*
эндометрит	38	37,3**
Сенажно-концентратный тип кормления		
Всего обследовано	419	100
В том числе больных	188	45,0**
Из них выявлено: кисты фолликулярные, лютеиновые	28	15,0*
персистентное желтое тело яичников	38	20,2*
гипофункция яичников	32	17,0*
эндометрит	87	47,8**
Силосно-концентратный тип кормления		
Всего обследовано	157	100
В том числе больных	88	56,0*
Из них выявлено: кисты фолликулярные, лютеиновые	22	25,0*
персистентное желтое тело яичников	14	15,9**
гипофункция яичников	10	11,4**
эндометрит	42	47,7***

* достоверно при p≤ 0,95 , * достоверно при p≤ 0,99,
* достоверно при p≤ 0,999

уровне обменной энергии в рационе почти полностью исчезают. Физиологические наблюдения показывают, что высокое её содержание (более 26 %) затрудняет переваривание питательных веществ. В заготовленных кормах содержание клетчатки превышало 32 % в пересчете на сухое вещество, поэтому переваримость органического вещества в кормах была ниже 65 %. Высокое содержание клетчатки сопровождается снижением уровня обменной энергии в этих кормах.

Выводы и заключение

Изучено влияние разных типов кормления на молочную продуктивность и плодовитость коров голштинской породы в условиях Сахалинской области. Установлено влияние типов кормления коров на возникновение гинекологических патологий у коров.

В рационах лактирующих коров силосно-концентратного типа кормления при молочной продуктивности за 305 дней лактации от 6180±27 до 6377±20 и массовой доли жира 3,8–3,9 %, частота гинекологических патологий составила 56 % (p≤0,95).

При сенажно-концентратном типе кормления и средней молочной продуктивности от 6280±23 до 6452±42 кг, частота гинекологических заболеваний не превышала 45 % (p≤0,95). Установлено также, что несбалансированность рационов по основным питательным веществам отрицательно влияет на здоровье и плодовитость коров. При изучении функциональной активности сложного желудка и разных типах рационов, содержащих корма с высоким и низким уровнем сырой клетчатки и степени ее переваримости, установлено, что ферментация зависела от микробиальной активности содержимого рубца. Акушерско-гинекологические заболевания оказались наиболее часто встречающимися патологиями у коров в зависимости от структуры рациона.

Таким образом, для улучшения показателей воспроизводства в рационах лактирующих коров следует использовать высокоэнергетические и высокопротеиновые объемистые корма, содержащие в 1 кг сухого вещества не менее 10 МДж обменной энергии и 14–16 % сырого протеина. Такое содержание питательных веществ может быть достигнуто в том случае, если переваримость органического вещества составит 55 % и выше.

Сокращение энергии в рационах коров до критического уровня сопровождается проблемами воспроизводства и, как следствие, снижению молочной продуктивности. Чтобы обеспечить оптимальный уровень энергии и сохранить высокий уровень продуктивности в первой стадии лактации, необходимо обеспечение высокой концентрации обменной энергии в сухом веществе рационов (12–13 МДж).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках государственного задания по теме № FGEM-2025-0003 "Разработка научных основ сохранения и развития генетических ресурсов сельскохозяйственных животных, интенсификации производства животноводческой продукции в регионах со сложными климатическими условиями ведения сельского хозяйства".

Литература

1. Кузнецов В.М. Кормовые средства в рационах крупного рогатого скота Сахалинской области: монография. / В.М. Кузнецов; Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. - Чебоксары: Среда, 2022. - 300 с.
2. Кузнецов В.М. Влияние структуры рациона на возникновение основных гинекологических патологий у коров Сахалинской популяции голштинской породы. / В.М. Кузнецов, Г.Б. Ревина // Ветеринария и кормление. - 2021. - № 5. - С. 42-45.
3. Алехин Ю.Н. Терапевтическая эффективность буферных препаратов при подостром ацидозе рубца. / Ю.Н. Алехин // Актуальные проблемы болезней обмена веществ у сельскохозяйственных животных в современных условиях: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ГНУ ВНИВИПФиТ. - Воронеж, 2010. - С. 34-36.
4. Грушкин А.Г. О морфофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлозолитических бактерий в рубцовом пищеварении. / А.Г. Грушкин, Н.С. Шевелев // Сельскохозяйственная биология. - 2008. - № 2. - С. 12-19.
5. Изучение пищеварения у жвачных: методические указания. / Н. В. Курилов и др. - ВНИИФБиП, Боровск, 1987. - 96 с.
6. Калмычина Е.В. Значение микрофлоры рубца в пищеварении. / Е.В. Калмычина, И.И. Калюжный, И.С. Степанов // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: материалы международной научно-практической конференции. - Саратов, 2017. - С. 240-243.
7. Калюжный И.И. Ацидоз рубца (этиология, патогенез, классификация). / И.И. Калюжный // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. - 2007. - №12. - С. 22-26.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейментова. - Москва. 2003. - 456 с.
9. Фролова Е.М. Влияние некоторых факторов на воспроизводительные способности высокопродуктивных коров и телок. / Е.М. Фролова, Д.М. Евстафьев, А.М. Гавриков // Зоотехния. - 2014. ? № 10 ? С. - 28-29.
10. Петухов В.Л. Ветеринарная генетика / В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова - 2-е издание, перераб. и доп. - М.: колос, 1996. - 384с.

References

1. Kuzneczov V.M. Kormovy`e sredstva v racionax krupnogo rogatogo skota Saxalinskoj oblasti: monografiya. / V.M. Kuzneczov; Saxalinskij nauchno-issledovatel`skij institut sel`skogo xozyajstva. - Cheboksary`: Sreda, 2022. - 300 s.
2. Kuzneczov V.M. Vliyanie struktury` raciona na vozniknovenie osnovny`x ginekologicheskix patologij u korov Saxalinskoj populyacii golshtinskoj porody`. / V.M. Kuzneczov, G.B. Revina // Veterinariya i kormlenie. - 2021. - № 5. - S. 42-45.
3. Alexin Yu.N. Terapevticheskaya e`ffektivnost` buferny`x preparatov pri podostrom acidoze rubcza. / Yu.N. Alexin // Aktual`ny`e problemy` boleznej obmena veshhestv u sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x v sovremenny`x usloviyax: Materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashhennoj 40-letiyu GNU VNIVIPFiT. - Voronezh, 2010. - S. 34-36.
4. Grushkin A.G. O morfofunkcional`ny`x osobennostyax mikrobioty` rubcza zhvachny`x zhivotny`x i roli cellyulozoliticheskix bakterij v rubczovom pishhevarenii. / A.G. Grushkin, N.S. Shevelev // Sel`skoxozyajstvennaya biologiya. - 2008. - № 2. - S. 12-19. 5. Izuchenie pishhevareniya u zhvachny`x: metodicheskie ukazaniya. / N. V. Kurilov i dr. - VNIIFBiP, Borovsk, 1987. - 96 s.
6. Kalmy`china E.V. Znachenie mikroflory` rubcza v pishhevarenii. / E.V. Kalmy`china, I.I. Kalyuzhny`j, I.S. Stepanov // Aktual`ny`e problemy` veterinarnoj mediciny`, pishhevy`x i biotexnologij: materialy` mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. - Saratov, 2017. - S. 240-243.
7. Kalyuzhny`j I.I. Acidoz rubcza (e`tiologiya, patogenez, klassifikaciya). / I.I. Kalyuzhny`j // Kormlenie s.-x. zhivotny`x i kormoproizvodstvo. - 2007. - №12. - S. 22-26.
8. Normy` i raciony` kormleniya sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. Spravochnoe posobie. / Pod red. A.P. Kalashnikova, V.I. Fisinina, V.V. Shheglova, N.I. Klejmentova. - Moskva. 2003. - 456 s.
9. Frolova E.M. Vliyanie nekotory`x faktorov na vosproizvoditel`ny`e sposobnosti vy`sokoproduktivny`x korov i telok. / E.M. Frolova, D.M. Evstaf`ev, A.M. Gavrikov // Zootexniya. - 2014. ? № 10 ? S. - 28-29.
10. Petuxov V.L. Veterinarnaya genetika / V.L. Petuxov, A.I. Zhigalev, G.A. Nazarova - 2-e izdanie, pererab. i dop. - M.: kolos, 1996. - 384s.

Для цитирования / For citation

Кузнецов В.М., Андросова Л.Ф., Ревина Г.Б. Влияние типов кормления на молочную продуктивность и возникновение гинекологических патологий у коров. / В.М. Кузнецов, Л.Ф. Андросова, Г.Б. Ревина // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.77–81.

Kuznetsov V.M., Androsova L.F., Revina G.B. The influence of feeding types on milk productivity and the occurrence of gynecological pathologies in cows. / V.M. Kuznetsov, L.F. Androsova, G.B. Revina // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.77–81.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-18

УДК 639.371.5.087.69:591.134

Динамика роста и интерьерные показатели молоди карпа при выращивании с использованием белка насекомых

Медведев А.Ю., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой, andrej_medvedev_74@inbox.ru
Печеневская А.В., старший преподаватель, sinenko.68@mail.ru
Быкадоров П.П., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, pavel-1605@mail.ru
Гусев Д.Д., аспирант, danyprostt@gmail.com

ФГБОУ ВО "Луганский государственный аграрный университет имени К.Е. Ворошилова", г. Луганск

Ключевые слова: комбикорм, белок насекомых, молодь карпа, динамика роста, интерьерные показатели.

Резюме. Статья посвящена вопросу эффективности использования белка насекомых с целью замены рыбной муки в рецептах комбикормов для молоди карпа при интенсивном выращивании в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ). Предложен новый рецепт, в котором количество рыбной муки уменьшили от 37,7 % до 11 % по массе за счет преимущественного (20,7 %) введения в состав комбикорма муки из личинок жука зофобаса (Zophobas morio). Проведено комплексное изучение продуктивного действия нового рецепта комбикорма (опытная группа молоди карпа), в сравнении с комбикормом традиционного состава с максимальным удельным весом рыбной муки 37,7 % (контрольная группа). Определены основные показатели роста, промеры, показатели упитанности и развития желудочно-кишечного тракта, а также ряд показателей крови рыб подопытных групп. Молодь карпа обеих групп достигла массы рыбопосадочного материала в возрасте 106 дней без существенных межгрупповых различий (32,3±1,55 и 30,4±1,38 г). Показатели длины туловища, длины головы, наибольшей и наименьшей высоты, показатели упитанности, массы желудочно-кишечного тракта, длины кишечника, массы и его содержимого у молоди обеих групп также были близкими. Содержание гемоглобина находилось в пределах нормы без межгрупповых отличий. Несколько повышенные, по сравнению с физиологической нормой, показатели содержания эритроцитов (2.3–2.4×10^{12}/л) связываем с высокими показателями упитанности. Лейкоциты в крови карпов были выше нормы на 16–22,4 %. Содержание общего белка в крови рыб обеих групп находилось на максимально допустимом нормами уровне (34–36 г/л), что свидетельствует об интенсивном белковом обмене. В результате сделан вывод, что преимущественное использование муки из личинок зофобаса в комбикорме при выращивании молоди карпа позволяет существенно (на 26,7 абс. %) уменьшить содержание в нем рыбной муки при сохранении высокой интенсивности роста рыб, обеспечении оптимальных показателей упитанности и развития желудочно-кишечного тракта на фоне нормы значений морфологических и биохимических показателей крови.

Growth dynamics and interior indicators of juvenile carp when reared using insect protein

Medvedev A.Yu, Pechenevskaya A.V., Bykadorov P.P., Gusev D.D.
FSBSI HE "Lugansk state agrarian university named after K.E. Voroshilov", Lugansk

Key words: compound feed, insect protein, juvenile carp, growth dynamics, and interior indicators.

Abstract. The article is devoted to the issue of the effectiveness of using insect protein to replace fish meal in the recipes of compound feeds for juvenile carp during intensive cultivation in closed-loop water supply installations. A new recipe has been proposed in which the amount of fish meal has been reduced from 37.7% to 11% by weight due to the preferential (20.7 %) introduction of flour from the larvae of the Zophobas beetle (Zophobas morio) into the feed. A comprehensive study of the productive effect of a new compound feed recipe (experimental group of carp juveniles) was conducted, in comparison with a traditional compound feed with a maximum specific weight of fish meal of 37.7 % (control group). The main growth indicators, measurements, indicators of fatness and development of the gastrointestinal tract, as well as a number of blood indicators of the fish in the experimental groups, were determined. The carp juveniles of both groups reached the weight of the fish planting material at the age of 106 days without significant intergroup differences (32.3±1.55 and 30.4±1.38 g). The indicators of body length, head length, the greatest and the least height, the indicators of fatness, the weight of the gastrointestinal tract, the length of the intestine and the weight and its contents in the juveniles of both groups were also close. The hemoglobin content was within the normal range without intergroup differences. The slightly higher than physiological norm erythrocyte content (2.3–2.4×10^{12}/l) is associated with high fat content. The leukocytes in the carp blood were higher than the norm by 16–22.4%. The total protein content in the carp blood of both groups was at the maximum permissible level (34–36 g/l), which indicates an intensive protein metabolism. As a result, it was concluded that the predominant use of flour from Zophobas larvae in compound feed for growing juvenile carp allows for significant (by 26.7 abs. %) reduce the content of fish meal in it while maintaining a high intensity of fish growth, ensuring optimal fatness and development of the gastrointestinal tract against the background of normal values of morphological and biochemical blood parameters.

Введение

Последние десятилетия развития индустриальной аквакультуры можно охарактеризовать масштабным усовершенствованием интенсивных технологий выращивания рыб и других гидробионтов, как в России, так и за рубежом [1, 2]. При этом существенным образом расширился видовой состав выращиваемых рыб, а объемы производства с каждым годом увеличиваются.

В результате с 2020 года в мире каждый год производят 85–90 млн. тонн рыбы, что фактически равно суммарным объемам ее вылова в Мировом океане и во внутренних водоемах. Всего 25–30 лет назад эта цифра была почти вдвое меньше, а вылов рыбы на планете превышал ее индустриальное производство более чем в два раза [3].

В контексте таких кардинальных преобразований возникла необходимость интенсификации технологий аквакультуры с использованием современных технических средств. В первую очередь это касается видов рыб, которые составляют основу соответствующего рынка. В Российской Федерации таким видом является карп, рынок которого наиболее масштабен и традиционен для населения подавляющего большинства регионов страны.

Классической при выращивании карпа является технология прудового рыбоводства, которая определяет получение продукции как минимум через 2–3 года даже в южных регионах с длительным теплым периодом [4]. Вместе с тем, большое количество водоемов, в которых ранее разводили карпа, сегодня пришло в нерабочее состояние, но инвесторы не спешат вкладывать средства в развитие прудового хозяйства.

Такая тенденция обуславливает необходимость альтернативы прудовому выращиванию карпа, которая могла бы быть целесообразной в отдельных региональных условиях высоких цен и рыночного спроса.

Подобные условия в настоящее время сложились в Донбассе и в других промышленных регионах России, характеризующихся высокой плотностью населения, где стоимость карпа сегодня уже доходит до 400 руб./кг. На наш взгляд, здесь имеет смысл интенсивное выращивание карпа в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ), в особенности, если вопрос касается производства рыбопосадочного материала [5].

Впрочем, несмотря на очевидную практическую обоснованность такого нетрадиционного технологического подхода, при интенсивном выращивании как молоди, так и товарного карпа в УЗВ безусловно возникнут вопросы, связанные с необходимостью детального пересмотра системы его кормления.

Как правило, кормление карпа при выращивании в прудах основано на недорогих комбикормах с минимальным содержанием качественного белка, поскольку в данном случае рыбы получают сырой протеин и незаменимые аминокислоты в эффективных для роста соотношениях из естественной кормовой базы водоемов [6, 7]. При выращивании карпа в воде УЗВ такой возможности нет. Кроме того, в данной технологии с целью получения экономической стабильности производства чрезвычайно важно обеспечить максимальный уровень интенсивности роста рыб, а для этого необходимо увеличение удельного веса сырого протеина высокого качества до 40–50 % от массы комбикорма, в зависимости от возрастной группы карпа.

Далее возникает вопрос о доступных источниках протеина, в то время как наиболее распространенные из них (жмыхи и шроты, корма животного происхождения) в последние годы имеют тенденцию к удорожанию [8].

Отдельно стоит проблема с рыбной мукой, количество которой на рынке резко уменьшилось в связи с ограничением вылова в морях и океанах. С другой стороны, интенсивно развивающаяся индустриальная аквакультура создает постоянно увеличивающийся спрос на рыбную муку в качестве основного компонента комбикормов для осетровых и лососевых рыб, цихлид и других перспективных гидробионтов.

В условиях современного прогрессирующего дефицита традиционных белковых концентратов, а особенно – рыбной муки, возникает практическая потребность поиска новых источников качественного протеина. В данном контексте значительный научный и практический интерес вызывает изучение эффективности введения в состав комбикормов для рыб, а в данном случае для карпа при интенсивном выращивании в УЗВ, кормового белка насекомых.

За последние годы в литературе [9-11] были представлены отдельные данные о питательной ценности и возможностях использования в кормах для животных некоторых видов насекомых – большого мучного хрущака (Tenebrio molitor), жука зофобаса (Zophobas morio), а также мухи Черная львинка (Hermetia illucens). Наши исследования в этом направлении [12] позволили отметить преимущество использования муки из личинок жука зофобаса при балансировании состава комбикормов для рыб.

Исходя из этого, была поставлена цель – изучить особенности динамики роста молоди карпа в связи с интерьерными показателями при преимущественном использовании в составе полнорационного комбикорма муки из личинок жука Zophobas morio.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили при использовании лабораторной установки замкнутого водообеспечения (УЗВ), предназначенной для научной работы с гидробионтами на базе лаборатории инновационных технологий в аквакультуре ФГБОУ ВО Луганский ГАУ.

Методом групп-аналогов сформировали две группы молоди карпа (контрольную и опытную, n=50 в каждой) со средней живой массой при постановке на опыт 1,14±0,06 г и 1,09±0,07 г соответственно в возрасте 32 дня от начала инкубации икры. До достижения стандартной массы рыбопосадочного материала (30 г и более) молодь рыб в опыте выращивали в двух лотках, подключенных к воде УЗВ с температурой 20–22 ^{0}С и содержанием кислорода на уровне 7–9 мг/л. Условия содержания рыб были одинаковыми, а

Таблица 1. Рецепты комбикормов для молоди карпа в опыте
Table 1. Recipes for compound feed for juvenile carp in the experiment

Корма и добавки, %	Группа	
	I контрольн.	II опытн.
Рыбная мука	37,7	11
Кормовые дрожжи	9,7	15
Пшеница мелкий помол	14,5	-
Соевый шрот	4,7	15
Шрот подсолнечника	-	10
Витазар	30,0	-
Ячменный белковый концентрат	-	15
Мука из личинок зофобаса	-	20,7
Кукурузный глютен	-	5
Рыбий жир	2,4	2,5
Монокальцийфосфат	-	2
Лизина сульфат	-	2,5
Метионин DL 85 %	-	0,3
Премикс	1,0	1,0

концентрация в воде углекислого газа, аммиака, нитритов, нитратов и механических примесей соответствовала принятым нормам [13].

Рыб первой (контрольной группы) кормили эффективным комбикормом с максимальным содержанием рыбной муки высокого качества 37,7 %, рецепт которого является традиционным и представлен в современной научной литературе [14]. В качестве альтернативы для выращивания молоди рыб второй группы разработали новый рецепт комбикорма с введением в состав белка насекомых (муки из личинок жука зофобаса), в котором содержание дорогой и дефицитной рыбной муки, в сравнении с комбикормом контрольной группы карпов, уменьшили на 26,7 абс. %.

Муку из личинок жука Zophobas morio производили в лаборатории инновационных технологий в аквакультуре Луганского ГАУ, а химические анализы показателей ее питательности проводили в ГБУ РО "Ростовская областная ветеринарная лаборатория".

Определение показателей роста рыб и интерьерных показателей проводили с использованием традиционных и современных методик [15].

Результаты и обсуждение

Рецепты комбикормов для молоди карпа первой и второй групп в опыте представлены в таблице 1.

Содержание в комбикормах для молоди карпа первой и второй групп сырого протеина составляло 42,1 и 43,4 %, сырого жира – 10,2 и 9,7 %, сырой клетчатки – 2,2 и 4,2 %, лизина – 2,2 и 3 %, а метионина+цистина – 1,1 и 1,7 % соответственно.

Высокое содержание жира в обоих комбикормах было обусловлено тем, что выращивание молоди карпа проводили не в пруду, а в условиях УЗВ, где технологическим оптимумом температуры воды можно назвать 20–22 0С. При этом несколько увеличенное в комбикорме опытной группы содержание лизина и метионина+цистина (на 0,8 и 0,6 абс. %), наряду с большим содержанием в нем сырого протеина на 1,3 абс. % и обменной энергии (на 0,2 МДж/кг), на наш взгляд, должно было обеспечить высокую интенсивность роста карпа, которая в наших исследованиях не уступала показателям роста рыб контрольной группы, для кормления которых применяли безусловно эффективный, однако дорогой комбикорм с высоким уровнем содержания рыбной муки (табл. 2).

Длительность опыта составила 74 дня, по истечении которых молодь обеих групп достигла стандартной массы рыбопосадочного материала карпа 30 г. По окончании опыта существенных и достоверных межгрупповых различий в живой массе рыб получено не было, что является свидетельством в одинаковой мере высокой эффективности исследуемых комбикормов, как с

Таблица 2. Динамика живой массы молоди карпа ($\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$)

Table 2. Dynamics of live weight of juvenile carp ($\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$)

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса (г): в возрасте 32 дня	1,14±0,06	1,09±0,06
46 дней	3,53±0,18	3,03±0,15
53 дня	4,22±0,25	4,27±0,22
67 дней	7,99±0,43	7,74±0,44
81 день	15,33±1,03	15,09±0,85
106 дней	32,33±1,55	30,43±1,38
Абсолютн. прирост (г) за период 32-106 дн.	31,19	29,34
Среднесут. прирост (г) за период: 32-106 дней	0,42	0,40

Таблица 3. Промеры рыб, показатели упитанности и развития желудочно-кишечного тракта ($\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$)

Table 3. Fish measurements, indicators of body fatness and gastrointestinal tract development ($\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$)

Показатель	Группа	
	I	II
Длина всей рыбы, см	11,2±0,25	11,6±0,20
Длина туловища, см	7,1±0,30	7,2±0,43
Длина хвостового стебля, см	1,3±0,09	1,4±0,07
Длина рыла, см	1,0±0,03	0,84±0,07
Длина головы, см	2,8±0,08	2,7±0,12
Высота головы у затылка, см	1,8±0,07	2,0±0,04
Наибольшая высота тела, см	3,7±0,30	3,8±0,14
Наименьшая высота тела, см	1,3±0,05	1,3±0,07
Масса рыбы, г	25,4±1,88	27,7±2,54
Масса рыбы без внутренностей, г	17,9±1,82	20,8±1,94
Жирность рыб (по М.Л. Про-зоровской), баллов	3,6±0,24	3,8±0,20
Упитанность рыб (по Фультону), ед.	1,82±0,07	1,75±0,11
Упитанность рыб (по Кларку), ед.	1,27±0,07	1,31±0,08
Масса ЖКТ, г	3,43±0,32	3,10±0,40
Длина кишечника, см	35,8±1,25	35,3±2,19
Индекс кишечника, ед.	5,1±0,21	4,9±0,11
Масса кишечника, г	2,7±0,34	2,5±0,43
Масса содержимого кишечника, г	1,9±0,23	2,0±0,3

Таблица 4. Морфологические и биохимические показатели крови молоди карпа в опыте ($\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$)

Table 4. Morphological and biochemical indicators of carp juveniles' blood in the experiment ($\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$)

Показатель	Норма	Группа	
		I	II
Гемоглобин, г/л	30-100	70,6±3,19	69,0±2,06
Эритроциты, $\times 10^{12}$ /л	0,5-2	2,27±0,03	2,35±0,08
Лейкоциты, $\times 10^{9}$ /л	49-81	93,97±23,09	99,17±12,03
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0-10	5,33±0,33	7,33±1,33
Сегментоядерные нейтрофилы, %	0-8	14,33±1,86	10,67±1,33
Эозинофилы, %	0-1	0	0
Моноциты, %	0-8	2,00±1,00	2,67±0,88
Лимфоциты, %	78-94	77,33±1,20	81,00±1,15
Общий белок, г/л	14-37	36,23±1,58	34,29±2,86
Альбумин, г/л	5-29	6,45±2,05	5,80±0,40
Глобулины, г/л	15-32	29,87±1,62	31,90±1,67
А/Г коэффициент, ед.	0,2-0,25	0,22±0,03	0,19±0,02
Мочевина, ммоль/л	1,8-6,2	2,86±0,22	2,41±0,77
Мочевая кислота, мкмоль/л	47-234	83,85±18,45	44,15±9,15
АЛТ, ед./л	15-60	72,13±25,57	85,37±18,99
АСТ, ед./л	82-650	622,2±168,45	586,4±90,15
Р, ммоль/л	0,4-9,6	7,16±1,35	5,42±0,76
Са, ммоль/л	2,2-2,5	2,54±0,36	2,34±0,04

максимальным уровнем содержания рыбной муки, так и с введением в рецепт кормового белка насекомых.

В наших исследованиях была поставлена задача, определения взаимосвязи показателей роста молоди рыб, с их некоторыми интерьерными показателями, которые прямо связаны с эффективностью использования комбикормов. Для этого были сделаны промеры рыб подопытных групп, дана характеристика их жирности и упитанности, а также были изучены показатели развития желудочно-кишечного тракта, среди которых для карпа основными являются показатели развития кишечника (табл. 3.).

Сравнительный анализ промеров молоди карпа контрольной и опытной групп не позволил отметить различия показателей длины туловища, длины головы, наибольшей и наименьшей высоты тела и прочих. Показатели массы тела и упитанности молоди рыб подопытных групп не имели существенных отличий. Масса желудочно-кишечного тракта карпов контрольной и опытной групп, длина кишечника, масса кишечника и его содержимого также были фактически одинаковыми, что во многом свидетельствует о сходном уровне развития пищеварительной системы карпов при использовании комбикормов рассматриваемых рецептов.

Для получения комплексной картины влияния изучаемых комбикормов на динамику роста молоди карпа были определены некоторые морфологические и биохимические показатели крови рыб, которые непосредственно связаны с их интенсивностью роста (табл. 4).

Первым показателем, который положительно коррелирует с динамикой роста рыб, является содержание гемоглобина в крови, поскольку гемоглобин обеспечивает организм кислородом. Содержание гемоглобина в крови карпов находилось в пределах физиологической нормы и не имело значительных и достоверных межгрупповых отличий.

Несколько повышенные (на 13–17 %), по сравнению с нормой, показатели содержания эритроцитов могут быть связаны с показателями упитанности (табл. 3) и высокой интенсивностью роста молоди рыб подопытных групп (табл. 4). В результате улучшается дыхательная функция крови, связанная с интенсивностью окислительно-восстановительных процессов в организме. Особенности рецептов комбикормов при выращивании карпа в УЗВ на содержание эритроцитов в крови достоверно не повлияли.

Содержание лейкоцитов в крови молоди карпа в данном опыте было выше нормы на 16–22,4 %, что объясняем формированием иммунитета и зависимостью от возраста и высоких показателей упитанности. При этом оптимальные значения нейтрофилов и эозинофилов свидетельствуют о физиологическом благополучии и отсутствии стрессовых реакций. Низкие показатели моноцитов подтверждают отсутствие воспалительных реакций у карпа обеих групп. Лимфоциты крови карпа находятся в пределах максимальной нормы, что, в свою очередь, также свидетельствует о нормальном физиологическом состоянии молоди рыб как контрольной, так и опытной групп.

Содержание общего белка в крови молоди карпов обеих групп находилось в пределах нормы, однако на максимально допустимом уровне (34–36 г/л), что свидетельствует об интенсивном белковом обмене, связанном с высокой интенсивностью роста рыб. Из этого следует, что используемый в разработанном новом комбикорме белок насекомых в организме молоди рыб обусловил уровень белкового обмена, который был не менее эффективным, чем при использовании в составе комбикорма большого количества (37,7 %) рыбной муки. Важность полученных нами данных в этом контексте следует подчеркнуть, поскольку они на уровне биохимических показателей крови подопытных рыб подтверждают высокий продуктивный эффект нового рецепта комбикорма с преимущественным использованием муки из личинок жука Zophobas morio при интенсивном выращивании карпа в УЗВ.

Альбумин-глобулиновый коэффициент, значение которого заключается в соотношении количества пластического материала в крови для интенсивного роста рыб (альбумина) к фракциям белка, осуществляющим защитную функцию организма (глобулины), был в пределах нормы для карпов данного возраста (0,2–0,25 ед.), а его показатели не имели существенных достоверных отличий между группами. Исходя из этого, можно было прогнозировать одинаково высокие показатели приростов карпов при скармливании им двух видов комбикорма, что подтвердилось при изучении интенсивности их роста в наших исследованиях.

Следующие показатели белкового обмена в крови карпов (содержание мочевины и мочевой кислоты) в нашем опыте приближались к минимальным границам физиологических норм, что можно отметить, как положительный факт, потому что высокие их значения, как правило, являются следствием быстрого разрушения белка в организме рыб при неблагоприятных условиях окружающей среды. Параметры воды в УЗВ для молоди карпа в опыте были стабильными и соответствовали нормативным требованиям, что, наряду с оптимальными показателями питательности комбикормов, способствовало нормальному течению обменных процессов в организме рыб обеих групп.

Между активностью в крови рыб ферментов аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ), которые объединяют белковый, углеводный и жировой обмен, и динамикой роста молоди карпа существует положительная корреляция, подтвержденная и в наших исследованиях. У карпов первой и второй групп активность АЛТ была выше принятой физиологической нормы на 20,2 % и 42,3 % соответственно при том, что активность АСТ доходила до максимальных значений физиологической нормы. На наш взгляд, это свидетельствует о высоком уровне продуктивного действия протеиновых компонентов использованных в опытах комбикормов в сочетании с жиром и углеводами.

Содержание в крови карпов кальция и фосфора, как основных маркеров минерального обмена, в наших исследованиях было в пределах нормы, как у рыб контрольной, так и опытной группы (5,4–7,2 ммоль/л и 2,3–2,5 ммоль/л соответственно). С учетом того, что кальций ¯ это строительный материал для костной ткани рыб, а фосфор – структурный компонент костей, мембран клеток и энергетических макромолекул АТФ, трудно переоценить важность показателей их содержания в крови интенсивно растущей молоди. Исходя из этого, можно утверждать, что оба рецепта комбикорма способны обеспечить нормальный минеральный обмен в организме карпов при их интенсивном выращивании в установках замкнутого водообеспечения.

Вывод

Преимущественное использование муки из личинок зофобаса (Zophobas morio) при выращивании молоди карпа в УЗВ позволяет существенно (на 26,7 абс. %) уменьшить содержание в комбикорме рыбной муки при одновременном сохранении высокой интенсивности роста рыб, обеспечении оптимальных показателей их упитанности и развития желудочно-кишечного тракта на фоне нормативных значений основных морфологических и биохимических показателей крови.

Исследования проведены согласно плану НИР по теме "Разработка технологий повышения уровня реализации генетического потенциала продуктивности птиц и гидробионтов в аквакультуре при использовании кормового белка насекомых" (рег. № 124062500030-7) при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Литература

1. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: науч. аналит. обзор. - М.: ФГБНУ "Росинформагротех", 2019 - 88 с.
2. ФАО. 2022 Состояние мирового рыболовства и аквакультуры - 2022. -Рим, ФАО. // URL: https://doi.org/10.4060/cc0461ru.
3. Медведев А.Ю. Технологические и биологические аспекты выращивания рыб в установках замкнутого водоснабжения. / А.Ю. Медведев, Н.В. Волгина, С.Н. Тресницкий. - М.: Моркнига, 2023. - 159 с.
4. Корма и кормление в аквакультуре. / Е.И. Хрусталев, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренок, К.А. Молчанова. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 388 с.
5. Медведев А.Ю. Биологическое и технологическое обоснование выращивания рыб в установках замкнутого водоснабжения. / А.Ю. Медведев, С.Ф. Вольвак, Н.В. Волгина // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. - 2023. - Выпуск 1 (27). - С. 28-33.
6. Щербина М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. - М.: С.-х. технологии, 2016. - 304 с.
7. Nutrient requirements of fish and shrimp. / National Research Council. - The National Academies Press. - Washington, d. c., 2011. - 376 p.
8. Пономаренко Ю.А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность. / А.Ю. Пономаренко, В.И. Фисинин, И А. Егоров. - Минск: Белстан, 2020. - 764 с.
9. Физиологические основы питательной ценности концентрата личинок в рационе рыб. / Н.А. Ушакова, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых и др. // Известия РАН. Серия биологическая. - 2020. - № 3. - С. 293-300.
10. Zolnierczyk A.K. Sensory and Chemical Characteristic of Two Insect Species: Tenebrio molitor and Zophobas morio Larvae Affected by Roasting Processes. / A.K. Zolnierczyk, A. Szumny // Molecules. - 2021. - № 26 (9). - P. 2697. https://doi.org/10.3390/molecules26092697.
11. Pazmino-Palomino A. How could climate change influence the distribution of the black soldier fly, Hermetia illucens (Linnaeus) (Diptera, Stratiomyidae)? / A. Pazmino-Palomino, C. Reyes-Puig, A.G. Del Hierro. // Biodiversity Data Journal. - 2022. - Jour. 10. - P. e90146. doi: 10.3897/BDJ.10.e90146.
12. Перспективы использования белка насекомых в комбикормах для птицы и рыб: монография. / Медведев А.Ю. и др.; под. ред. доктора с.-х. наук, профессора А.Ю. Медведева. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 187 с.
13. Брайналле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. / Я. Брайналле. - Копенгаген, 2010. - 70 с.
14. Фаритов Т.А. Кормление рыб. / Т.А. Фаритов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 348 с.
15. Методы рыбохозяйственных исследований. / сост.: А.Ю. Волкова. - Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2021. - 80 с.

References

1. Analiz sostoyaniya i perspektivny`e napravleniya razvitiya akvakul`tury`: nauch. analit. obzor. - M.: FGBNU "Rosinformagrotex", 2019 - 88 s.
2. FAO. 2022 Sostoyanie mirovogo ry`bolovstva i akvakul`tury` - 2022. -Rim, FAO. // URL: https://doi.org/10.4060/cc0461ru.
3. Medvedev A.Yu. Texnologicheskie i biologicheskie aspekty` vy`rashhivaniya ry`b v ustanovkax zamknutogo vodosnabzheniya. / A.Yu. Medvedev, N.V. Volgina, S.N. Tresniczkij. - M.: Morkniga, 2023. - 159 s.
4. Korma i kormlenie v akvakul`ture. / E.I. Xrustalev, T.M. Kurapova, O.E. Goncharenok, K.A. Molchanova. - Sankt-Peterburg: Lan`, 2022. - 388 s.
5. Medvedev A.Yu. Biologicheskoe i texnologicheskoe obosnovanie vy`rashhivaniya ry`b v ustanovkax zamknutogo vodosnabzheniya. / A.Yu. Medvedev, S.F. Vol`vak, N.V. Volgina // Aktual`ny`e voprosy` sel`skoxozyajstvennoj biologii. - 2023. - Vy`pusk 1 (27). - S. 28-33.
6. Shherbina M.A. Kormlenie ry`b v presnovodnoj akvakul`ture. / M.A. Shherbina, E.A. Gamy`gin. - M.: S.-x. texnologii, 2016. - 304 s.
7. Nutrient requirements of fish and shrimp. / National Research Council. - The National Academies Press. - Washington, d. c., 2011. - 376 p.
8. Ponomarenko Yu.A. Kombikorma, korma, kormovy`e dobavki, biologicheski aktivny`e veshhestva, raciony`, kachestvo, bezopasnost`. / A.Yu. Ponomarenko, V.I. Fisinin, I A. Egorov. - Minsk: Belstan, 2020. - 764 s.
9. Fiziologicheskie osnovy` pitatel`noj cennosti koncentrata lichinok v racione ry`b. / N.A. Ushakova, S.V. Ponomarev, Yu.V. Fedorovy`x i dr. // Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya. - 2020. - № 3. - S. 293-300.
12. Perspektivy` ispol`zovaniya belka nasekomy`x v kombikormax dlya pticy i ry`b: monografiya. / Medvedev A.Yu. i dr.; pod. red. doktora s.-x. nauk, professora A.Yu. Medvedeva. - Sankt-Peterburg: Lan`, 2024. - 187 s.
13. Brajnalle Ya. Rukovodstvo po akvakul`ture v ustanovkax zamknutogo vodosnabzheniya. / Ya. Brajnalle. - Kopengagen, 2010. - 70 s.
14. Faritov T.A. Kormlenie ry`b. / T.A. Faritov. - 2-e izd., ispr. - Sankt-Peterburg: Lan`, 2023. - 348 s.
15. Metody` ry`boxozyajstvenny`x issledovanij. / sost.: A.Yu. Volkova. - Petrozavodsk: Izdatel`stvo PetrGU, 2021. - 80 s.

Для цитирования / For citation

Медведев А.Ю. Динамика роста и интерьерные показатели молоди карпа при выращивании с использованием белка насекомых. / А.Ю. Медведев, А.В. Печеневская, П.П. Быкадоров, Д.Д. Гусев // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.82–86.

Medvedev A.Yu. Growth dynamics and interior indicators of juvenile carp when reared using insect protein / A.Yu. Medvedev, A.V. Pechenevskaya, P.P. Bykadorov, D.D. Gusev / / Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.82–86.

Пресс-релиз/ Press-release

Экзотический штамм вируса ящура Уганда

15 января 2026 года подведомственным Россельхознадзору ФГБУ "ВНИИЗЖ" получены документы на патент России на новый штамм вируса ящура "О/Уганда/ЕА-2/2023", выделенный у крупного рогатого скота в Уганде и широко изученный сотрудниками сектора биотехнологии лаборатории профилактики ящура.

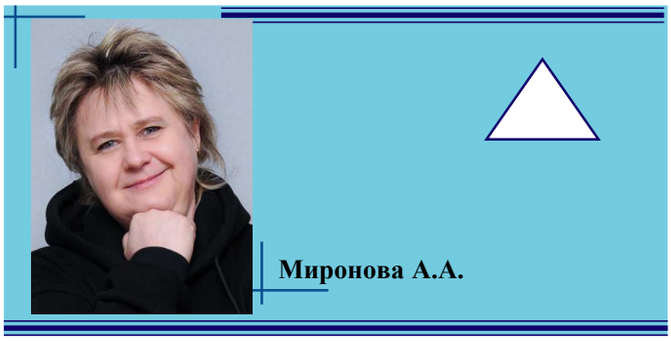
В течение 2 лет ученые проводили глубокий анализ данного изолята, осуществили его адаптацию к чувствительным клеточным линиям, организму лабораторных и естественно восприимчивых животных, проводили тонкий анализ с помощью современных методов молекулярной биологии и серологии.

В результате плодотворной работы был получен новый актуальный для африканского континента штамм, который будет применяться для изготовления диагностических тест-систем и промышленного производства вакцин против ящура серотипа О.

Отметим, что на сегодняшний день ФГБУ "ВНИИЗЖ" уже имеет ряд запатентованных вакцин против других вариантов (топотипов) серотипа О вируса ящура, и новая разработка позволит в будущем расширить существующую линейку средств специфической профилактики.

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-19



УДК 619; 576; 579.62

Показатели крови свиней при профилактике микотоксикозов методом микробиологической ферментации кормов

[1]**Миронова А.А.,** доктор ветеринарных наук; гл. научный сотрудник, aa_mironova@mail.ru
[1,2]**Миронова Л.П.,** доктор ветеринарных наук; профессор, mironova_lp@mail.ru
[3,4]**Миронова О.А.,** кандидат биологических наук; заведующий базовой кафедрой фитосанитарной биологии и безопасности экосистем, m2889888@mail.ru
[5]**Амерханов Х.А.,** академик РАН, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, h.amerhanov@yandex.ru
[1]Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный Ростовский аграрный научный центр, г. Новочеркасск
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", п. Персиановский
[3]Институт экологии ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы", г. Москва.
[4]ФГБУ "Всероссийский центр карантина растений" (ФГБУ "ВНИИКР"), г. Раменское.
[5]ФГБОУ ВО Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева.

Ключевые слова: микотоксины, биоферментирование, свиньи, морфологические и биохимические показатели крови.

Резюме. Микробиологическое ферментирование значительно улучшает физико-химические свойства различных малоценных отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности. Российским Законодательством установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) для 5 микотоксинов. Так, содержание афлатоксина в кормах должно составлять не более 0,025–0,1 мг/кг, дезоксиниваленола – не более 0,75–1,0 мг/кг, Т-2 токсина – не более 0,1 мг/кг, зеараленона – не более 1,0 мг/кг, охратоксина А – не более 0,05 мг/кг. Процесс биоферментации закваской Леснова осуществляется при влажности сырья 45–55 %, температуре 50–55 ^{0}С в течение 12–42 часов, то есть в условиях, подходящих для развития плесневых грибов и дрожжей. В связи с этим необходимо понимать, какие изменения происходят в процессе микробиологической ферментации с микотоксинами. В статье рассмотрено влияние биоферментированного корма, содержавшего до ферментации Т-2 токсин и афлатоксин в количествах 0,1–0,2 мг/кг, на морфологические и биохимические показатели крови. Установлено, что у двухмесячных поросят, получивших с месячного возраста корм с Т-2 токсином и афлатоксином в количествах 0,1–0,2 мг/кг, отмечено достоверное снижение числа эритроцитов, гематокрита, уровня гемоглобина, общего белка, альбумина, повышение СОЭ, мочевины, билирубина, аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, билирубина, глюкозы; к трехмесячному возрасту произошло еще более значительное отклонение цифровых значений этих показателей от таковых у контрольных животных. У поросят, которым с месячного возраста скармливали ферментированный комбикорм, содержавший до ферментации Т-2 токсин и афлатоксин в количествах 0,1–0,2 мг/кг, в двух- и трехмесячном возрасте число эритроцитов, гематокрит, уровень гемоглобина, общего белка, альбумина, глобулина, аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, мочевины, билирубина, глюкозы не отличались достоверно от контроля. Данные подтверждают in vivo ранее полученные нами результаты, доказывающие разрушающее влияние микробиологической ферментации на Т-2 токсин и афлатоксин в субстратах.

Blood parameters of pigs during the prevention of mycotoxicosis by microbiological fermentation of feed

[1,]**Mironova A.A.,** [1,2]**Mironova L.P.,**
[3,4]**Mironova O.A.,** [5]**Amerhanov Kh.A.**
[1]North Caucasus Zonal Veterinary Research Institute – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Rostov Agrarian Scientific Center", Novocherkassk
[2]Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Don State Agrarian University", Persianovsky
[3]Institute of Ecology of the Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow.
[4]All-Russian Plant Quarantine Center (VNIIKR), Ramenskoye.
[5]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Key words: mycotoxins, biofermentation, pigs, morphological and biochemical parameters of blood.

Abstract. Microbiological fermentation significantly improves the physicochemical properties of various lowvalue agricultural and food industry waste. Russian legislation establishes maximum permissible concentrations (MPCs) for 5 mycotoxins. For example, aflatoxin content in feed should be no more than 0.025–0.1 mg/kg, deoxynivalenol – no more than

0.75–1.0 mg/kg, T-2 toxin – no more than 0.1 mg/kg, zearalenone – no more than 1.0 mg/kg, and ochratoxin A – no more than 0.05 mg/kg. The biofermentation process with Lesnov's starter culture is carried out at a raw material moisture content of 45–55% and a temperature of 50–550°C for 12–42 hours-conditions suitable for the growth of molds and yeasts. In this regard, it is necessary to understand the changes that occur during microbiological fermentation with mycotoxins. This article examines the effect of biofermented feed containing T-2 toxin and aflatoxin at 0.1–0.2 mg/kg prior to fermentation on morphological and biochemical blood parameters. It was found that two-month-old piglets fed feed containing T-2 toxin and aflatoxin at 0.1–0.2 mg/kg from the age of one month showed a significant decrease in red blood cell count, hematocrit, hemoglobin, total protein, and albumin, as well as an increase in ESR, urea, bilirubin, alanine aminotransferase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase, bilirubin, and glucose. By the age of three months, an even more significant deviation of the digital values of these parameters from those in the control animals occurred. In piglets that were fed fermented feed containing T-2 toxin and aflatoxin in amounts of 0.1–0.2 mg/kg before fermentation from the age of one month, the red blood cell count, hematocrit, hemoglobin level, total protein, albumin, globulin, alanine aminotransferase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase, urea, bilirubin, and glucose did not differ significantly from the control at two and three months of age. The data confirm our previously obtained in vivo results demonstrating the destructive effect of microbiological fermentation on T-2 toxin and aflatoxin in substrates.

Введение

Микроскопические грибы, продуцирующие микотоксины выявляются в 80–100 % сельскохозяйственной и пищевой продукции, причем, в 40–60 % случаев это токсигенные штаммы, продуктами жизнедеятельности которых являются опасные для здоровья вещества, обладающие ядовитыми свойствами. Они получили свое название от греческого слова mykes – гриб и toxicon – яд [1, 4, 8]. Плесневые грибы можно условно разделить на "полевые" и "амбарные". К полевым формам можно отнести род Fusarium, развивающийся на вегетирующих культурах, к амбарным – Aspergillus и Penicillium, хотя при высокой влажности и температуре в полевых условиях могут расти Aspergillus и Penicillium, а при складском хранении может продолжать расти и Aspergillus [10, 11].

Рост грибов и плесеней и выработка микотоксинов зависят от сложного взаимодействия таких параметров, как температура, pH, влажность, уровни содержания кислорода и углекислого газа, состава субстрата, наличия конкурирующих микроорганизмов, превалирования различных штаммов. Знание этих экологических факторов очень важно для предотвращения выработки микотоксинов [15, 17].

Проблема осложняется тем, что загрязнение кормов происходит, как правило, не одним, а несколькими микотоксинами одновременно. При этом, если даже степень токсичности отдельных микотоксинов не превышает МДУ, то они способны усиливать и пролонгировать действие друг друга на живой организм, вызывая иммуносупрессию, задержку роста, развития и продуктивности, снижая устойчивость к инфекционным заболеваниям [10, 11].

При попадании в организм животного микотоксины вызывают глубокие изменения в различных органах и тканях. Они могут поражать печень, почки, нервную систему, эндокринную систему, репродуктивную систему, вызывать кожные патологии и влиять на метаболические процессы. Большие дозы микотоксина вызывают ярковыраженные признаки, однако малые дозы вызывают хроническое течение с незначительными клиническими проявлениями, что затрудняет диагностику микотоксикоза [5, 7].

Микотоксины через пищевую цепь могут попасть и человеку, у которого действуют подавляюще на иммунитет и даже могут вызвать опухолевые заболевания [14, 16].

Многочисленными исследованиями доказано, что микробиологическое ферментирование значительно улучшает физико-химические свойства различных малоценных отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности [6]. Российским Законодательством установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) для 5 микотоксинов [3].

Так, содержание афлатоксина в кормах должно составлять не более 0,025–0,1 мг/кг, дезоксиниваленола – не более 0,75–1,0 мг/кг, Т-2 токсина – не более 0,1 мг/кг, зеараленона – не более 1,0 мг/кг, охратоксина А – не более 0,05 мг/кг [12, 13].

Поскольку процесс биоферментации закваской Леснова осуществляется при влажности сырья 45–55 %, температуре 50–550 С в течение 12–42 часов, то есть условиях, подходящих для развития плесневых грибов и дрожжей, то надо понимать, какие изменения происходят в процессе микробиологической ферментации с микотоксинами [2, 9].

Целью исследований было изучение влияния ферментированного корма, содержавшего до ферментации Т-2 токсин и афлатоксин в количествах 0,1–0,2 мг/кг, на морфологические и биохимические показатели крови.

Материалы и методы исследований

Для проведения сравнительных испытаний сформировали 3 группы из поросят-аналогов месячного возраста по 10 голов в каждой. Животные первой группы (контроль) получали корм основного рациона (ОР), содержащий Т-2 токсин и афлатоксин в количествах ниже ПДК; второй группы – с Т-2 токсином и афлатоксином из расчета 0,1–0,2 мг/кг и третьей группы – ферментированный корм, содержащий до ферментации Т-2 токсин и афлатоксин в количествах 0,1–0,2 мг/кг. Показатели крови поросят в двухмесячном и

Таблица 1. Морфологические показатели крови у подопытных поросят
Table 1. Morphological parameters of blood in experimental piglets

Показатели, ед. измерения	Группа (n=10)		
	Первая (ОР)	Вторая (корм с микотоксинами)	Третья (фементированный корм)
2 месяца			
Эритроциты, $\times 10^{12}$/л	6,97±0,42	5, 94±0,47′	6,86±0,49
Гемоглобин, г/л	109,64±7,21	97, 30±7, 83′	110,44±6,81
Гематокрит	0,43±0,03	0,37±0,05′	0,44±0,03
СОЭ, мм/ч.	2,21±0,95	2,84±1,1′	2, 43±0,24
3 месяца			
Эритроциты, $\times 10^{12}$/л	6,93±0,87	4, 23±0,75″	6,90±0,77
Гемоглобин, г/л	110,55±9,31	77, 23±9,21″	107,8±8,96
Гематокрит	0,44±0,03	0,36±0,04 ′	0,43±0,04
СОЭ, мм/ч.	3,04±0,32	8,34±1,13‴	3, 11±0,35

Прим.: ′ p<0,05; ″ p <0,01; ‴ p <0,001 по сравнению с контрольной группой

трехмесячном возрасте исследовали на ветеринарном гематологическом анализаторе Mindray BC-2800Vet и биохимическом анализаторе MT-120VP. Математическую обработку всех полученных данных осуществляли с использованием ПК и программы Microsoft Excel 2016. Достоверность различий сравниваемых величин определяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты исследований и обсуждение

Обобщенные данные приведены в таблицах 1, 2.

В двухмесячном возрасте у животных второй группы, получавших в течение месяца корм ОР с Т-2 токсином и афлатоксином в количествах 0,1–0,2 мг/кг, среднее число эритроцитов и уровень гемоглобина были ниже таковых в сравнении с контрольной группой на 14,8 % и 14,0% (p<0,05). У поросят третьей опытной группы число эритроцитов было меньше в сравнении с контролем на 1,6 %; уровень гемоглобина был выше в сравнении с контролем на 0,7 % (разница недостоверна). Средний показатель гематокрита у животных второй группы был ниже в сравнении с животными контрольной группы на 14,0 % (p<0,05), у животных третьей группы был выше в сравнении с контролем на 2,3 % (разница недостоверна). СОЭ у поросят второй опытной группы была выше в сравнении с контролем на 28,5 % (p<0,05), у поросят третьей опытной группы – на 10,0 % (разница недостоверна).

В трехмесячном возрасте у животных второй опытной группы среднее число эритроцитов и уровень гемоглобина были ниже таковых в сравнении с контрольной группой на 39,0 % (p<0,01) и 30,1 % (p<0,01). У поросят третьей опытной группы среднее число эритроцитов и уровень гемоглобина были близки к таковым в контроле. Средний показатель гематокрита у животных второй группы был ниже в сравнении с контрольной группой на 18,3 % (p<0,05); в третьей группе поросят, получавших ферментированный корм, был близок к контролю. СОЭ у поросят второй опытной группы была выше в сравнении с контролем в 2,7 раза (p<0,001), у поросят третьей опытной группы был близок к контролю.

Проведенными исследованиями установлено, что содержание общего белка в крови поросят двухмесячного возраста второй опытной группы было меньше в сравнении с контрольной группой на 17,5 % (p<0,05); альбумина – на 15,6 % (p<0,05); глобулинов – на 10,4 % (разница недостоверна). Уровень аланинаминотрансферазы был выше в сравнении с контролем на 8,8 (разница недостоверна); щелочной фосфатазы – на 23,1 % (p<0,05); лактатдегидрогеназы – на 48,1 % (p<0,01); мочевины – на 20,2 % (p<0,05); билирубина – на 27,7 % (p<0,05); глюкозы – на 17,5 % (p<0,05).

У этих же животных в возрасте трех месяцев содержание общего белка в крови было меньше в сравнении с контрольной группой на 27,3% (p<0,05); альбумина – на 33,9 % (p<0,05); глобулина – на 14,0 % (разница недостоверна). Уровень аланинаминотрансферазы был выше в сравнении с контролем в 1,9 раза (p<0,001); щелочной фосфатазы – в 2,6 раза (p<0,001); лактатдегидрогеназы – в 1,8 раза (p<0,001); мочевины – на 33,8 % (p<0,05); билирубина – на 25,1 % (p<0,05); глюкозы – на 46,0 % (p<0,01).

В третьей опытной группе, животные которой употребляли ферментированный комбикорм, содержавший до ферментации Т-2 токсин и афлатоксин в количествах 0,1–0,2 мг/кг, в двух- и трехмесячном возрасте уровни общего белка, альбумина, глобулина, аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, мочевины, билирубина, глюкозы были близки к контролю (разница недостоверна).

Выводы

1) У двухмесячных поросят второй опытной группы, получавших с месячного возраста корм с Т-2 токсином и афлатоксином в количествах 0,1–0,2 мг/кг, отмечено достоверное снижение числа эритроцитов, гематокрита, уровня

Таблица 2. Биохимические показатели крови у подопытных поросят
Table 2. Biochemical parameters of blood in experimental piglets

Показатели, ед. измерения	Группа (n=10)		
	Первая (ОР)	Вторая (корм с микотоксинами)	Третья (ферментированный корм)
2 месяца			
Общий белок, г/л	63,36±3,79	52,3±3,68′	65,07±4,18
Альбумин, г/л	27,86±1,98	23,52±2,42′	29, 52±4,11
Глобулин, г/л	36,04±3,83	32,3±4,13	38,24±4,21
Аланинаминотрансфераза, Е/л	95,20±6,66	103,54±8,58	98,01±3, 72
Щелочная фосфатаза, Е/л	75,44±6,96	92, 87±7,51′	84,04±11,12
Лактатдегидрогеназа Е/л	182,34±6,12	270,07±7, 29″	168, 35±4, 5 4
Мочевина, ммоль/л	6,05±0,89	7,27±0,85′	5,82±1,04
Билирубин, мкмоль/л	4,05±1,32	5,17±1, 63′	4,63±0,32
Глюкоза, ммоль/л	63,36±3,79	52,3±3,68′	65,07±4,18
3 месяца			
Общий белок, г/л	69,45±4,20	50, 47±3, 28′	71, 54±4,22
Альбумин, г/л	36,22±3,29	23,95±2,71′	38,34±3,28
Глобулин, г/л	32,73±4,14	28,62±2,18	35,17±2,83
Аланинаминотрансфераза, Е/л	94,64±14,12	182,34±6,12	102,42±11,09
Щелочная фосфатаза, Е/л	74,66±10,03	190,44±12,26	85,24±8,66
Лактатдегидрогеназа Е/л	122,54±3,08	218,01±5,22‴	114,56±4,16
Мочевина, ммоль/л	6,33±1,64	8,43±1,18′	6,49 ±1,89
Билирубин, мкмоль/л	4,94±1,63‴	6,18±1, 42″	5,02±1,08
Глюкоза, ммоль/л	4,78±0,11	6, 98±0,13	5,18±0,20

Примечание: ′ p<0,05; ″ p <0,01; ‴ p <0,001 по сравнению с контрольной группой

гемоглобина, общего белка, альбумина, повышение СОЭ, содержания мочевины, билирубина, аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, билирубина, глюкозы; к трехмесячному возрасту произошло еще более значительное отклонение цифровых значений этих показателей от таковых у контрольных животных.

2) У поросят третьей опытной группы, употреблявших ферментированный комбикорм, содержавший до ферментации Т-2 токсин и афлатоксин в количествах 0,1–0,2 мг/кг, в двух- и трехмесячном возрасте число эритроцитов, гематокрит, уровни гемоглобина, общего белка, альбумина, глобулина, аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, мочевины, билирубина, глюкозы не отличались достоверно от контроля.

3) Полученные данные подтверждают in vivo ранее полученные нами результаты, доказывающие разрушающее влияние микробиологической ферментации на Т-2 токсин и афлатоксин в субстратах.

Литература

1. Антипов В.А. Микотоксикозы - важная проблема животноводства. / В.А. Антипов, В.Ф. Васильев // Ветеринария. - 2007. - № 11. - С. 7-9.
2. Ахмадышин Р.А. Микотоксины-контаминанты кормов. / Р.А. Ахмадышин, А.В. Канарский, З.А. Канарская // Вестник Казанского технологического университета. - 2007. - Вып. 2. - С. 88-103.
3. ГОСТ 34140-2017. Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием = Food products, feed, food raw materials. Method for determination of mycotoxins by high performance liquid chromatography-mass spectrometry: межгосударственный стандарт: издание официальное: введен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 июля 2017 г. № 719-ст в качестве национального стандарта Российской Федерации: введен впервые: дата введения 2018-07-01 / разработан ФГБУ "Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов" - Москва : Стандартинформ, 2017. - III, 19 с.
4. Донник И.М. Мониторинговые исследования микотоксинов в кормах и комбикормовом сырье в Уральском регионе. / И.М. Донник, Н.А. Безбородова // Аграрный вестник Урала. - 2009. - № 8 (62). - С. 87-89.
5. Конноли Э. Серия семинаров по микотоксинам: Почему сейчас? Значения для Европы и Европейского союза. / Э. Конноли, Д. О' Сулливан // Европейский семинар по микотоксинам. Оценка воздействия микотоксинов в Европе. - 2005. - С. 2-26.
6. Лазаревич А.Н. Технология производства и применения кормового продукта и концентрата на основе пивной дробины. / А.Н. Лазаревич, А.П. Леснов, О.В. Иванова. - Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. - 55с.
7. Ле Бра Э. Микотоксикозы. Профилактика и лечение. / Э. Ле Бра // Комбикорма. - 2008. - № 3. - С. 93-94.
8. Микотоксины (в пищевой цепи). / А.В. Иванов, В.И. Фисинин, М.Я. Тремасов, К.Х. Папуниди. - Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2012. -136 с.
9. Патент RU 2 122 330 C1. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов: опубл. 27.11.1998 / П.А. Леснов.
10. Тремасов М.Я. Профилактика микотоксикозов животных в России. / М. Я Тремасов // Ветеринария. - 2002. - № 9. - С. 3-8.
11. Тремасов М.Я. Спонтанные смешанные микотоксикозы животных. / М.Я. Тремасов, П.К. Сметов // Ветеринария. - 1995. - № 3. - С. 20-22.
12. Фисинин В.И. Микотоксины и антиоксиданты: непримиримая борьба. Т-2 токсин-метаболизм и токсичность. / В.И. Фисинин, П. Сурай // Ветеринарная медицина. - 2012. - № 3. - С. 38-41.
13. Фисинин В.И. Микотоксины и антиоксиданты: непримиримая борьба. Охратоксин А. / В.И. Фисинин, П. Сурай // Комбикорма. - 2012. - № 3. - С. 55-56.
14. Чулков А.К. О профилактике микотоксикозов животных. / А.К. Чулков, М.Я. Тремасов, А.В. Иванов // Ветеринария. - 2007. - № 12. - С. 8-10.
15. Binding of aflatoxin Bl to Bifidobacteria in vitro. / J.T. Oatley, M.D. Rarick, G.E. Ji, J.E. Linz // Journal of Food Protection. - 2000. - Vol. 63, Iss. 8. - P. 1133-1136.
16. Efficacite d'adsorbants contre les mycotoxines de Fusarium chez le porc. / A. Gutzwiller, L. Czegledi, P. Stoll, L. Bruckner // Revue Suisse d'Agriculture. - 2005. - Vol. 37, № 3. - P. 121-124.
17. Prevention of ochratoxin A in cereals. / M. Olsen, N. Jonsson, N. Magan et al. // Advances in Food Micology. - 2006. - Vol. 571. - P. 317-342.

References

1. Antipov V. A. Mikotoksikozy` - vazhnaya problema zhivotnovodstva. / V.A. Antipov, V.F. Vasil`ev // Veterinariya. - 2007. - № 11. - S. 7-9.
2. Axmady`shin R.A. Mikotoksiny`-kontaminanty` kormov. / R.A. Axmady`-shin, A.V. Kanarskij, Z.A. Kanarskaya // Vestnik Kazanskogo texnologicheskogo universiteta. - 2007. - Vy`p. 2. - S. 88-103.
3. GOST 34140-2017. Produkty` pishhevy`e, korma, prodovol`stvennoe sy`r`e. Metod opredeleniya mikotoksinov s pomoshh`yu vy`sokoe`ffektivnoj zhidkostnoj xromatografii s mass-spektrometricheskim detektirovaniem = Food products, feed, food raw materials. Method for determination of mycotoxins by high performance liquid chromatography-mass spectrometry : mezhgosudarstvenny`j standart : izdanie oficial`noe : vveden prikazom Federal`nogo agentstva po texnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 18 iyulya 2017 g. № 719-st v kachestve nacional`nogo standarta Rossijskoj Federacii : vveden vpervy`e : data vvedeniya 2018-07-01 / razrabotan FGBU Vserossijskij gosudarstvenny`j Centr kachestva i standartizacii lekarstvenny`x sredstv dlya zhivotny`x i kormov - Moskva : Standartinform, 2017. - III, 19 c.
4. Donnik I.M. Monitoringovy`e issledovaniya mikotoksinov v kormax i kombikormovom sy`r`e v Ural`skom regione. / I.M. Donnik, N.A. Bezborodova // Agrarny`j vestnik Urala. - 2009. - № 8 (62). - S. 87-89.
5. Konnoli E`. Seriya seminarov po mikotoksinam: Pochemu sejchas? Znacheniya dlya Evropy` i Evropejskogo soyuza. / E`. Konnoli, D.O Sullivan // Evropejskij seminar po mikotoksinam. Ocenka vozdejstviya mikotoksinov v Evrope. - 2005. - S. 2-26.
6. Lazarevich A. N. Texnologiya proizvodstva i primeneniya kormovogo produkta i koncentrata na osnove pivnoj drobiny`. / A.N. Lazarevich, A.P. Lesnov, O.V. Ivanova. - Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. - 55s.
7. Le Bra E`. Mikotoksikozy`. Profilaktika i lechenie. / E`. Le Bra // Kombikorma. - 2008. - № 3. - S. 93-94.
8. Mikotoksiny` (v pishhevoj cepi). / A.V. Ivanov, V.I. Fisinin, M.Ya. Tremasov, K.X. Papunidi. - Moskva : FGBNU "Rosinformagrotex", 2012. -136 s.
9. Patent RU 2 122 330 S1. Sposob ispol`zovaniya zakvaski v kormosmesi. Zakvaska Lesnova dlya prigotovleniya kormov : opubl. 27.11.1998 / P. A. Lesnov.
10. Tremasov M.Ya. Profilaktika mikotoksikozov zhivotny`x v Rossii. / M. Ya Tremasov // Veterinariya. - 2002. - № 9. - S. 3-8.
11. Tremasov M.Ya. Spontanny`e smeshanny`e mikotoksikozy` zhivotny`x. / M.Ya. Tremasov, P.K. Smetov // Veterinariya. - 1995. - № 3. - S. 20-22.
12. Fisinin V.I. Mikotoksiny` i antioksidanty`: neprimirimaya bor`ba. T-2 toksinmetabolizm i toksichnost`. / V.I. Fisinin, P. Suraj // Veterinarnaya medicina. - 2012. - № 3. - S. 38-41.
13. Fisinin V.I. Mikotoksiny` i antioksidanty`: neprimirimaya bor`ba. Oxratoksin A. / V.I. Fisinin, P. Suraj // Kombikorma. - 2012. - № 3. - S. 55-56.
14. Chulkov A.K. O profilaktike mikotoksikozov zhivotny`x. / A.K. Chulkov, M.Ya. Tremasov, A.V. Ivanov // Veterinariya. - 2007. - № 12. - S. 8-10.

Для цитирования / For citation

Миронова А.А. Показатели крови свиней при профилактике микотоксикозов методом микробиологической ферментации кормов. / А.А. Миронова, Л.П. Миронова, О.А. Миронова, Амерханов Х.А. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.87–90.

Mironova A.A. Blood parameters of pigs during the prevention of mycotoxicosis by microbiological fermentation of feed. / A.A. Mironova, L.P. Mironova, O.A. Mironova, Kh.A. Amerhanov // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.87–90.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-20

УДК: 619: 616. 98: 579. 873. 21: 636. 22/28

Комплексный антиген для диагностики бруцеллеза и паратуберкулеза у животных

Найманов А.Х., доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, labmyc@mail.ru
Искандаров М.И., доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, m-iskandarov@mail.ru
Федоров А.И., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, fedorov_nici@mail.ru
Искандарова С.С., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, i-vica@mail.ru
Толстенко Н.Г., кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, labmyc@mail.ru
Вангели Е. П., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, labmyc@mail.ru
Гулюкин А.М., доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, директор, admin@viev.ru

ФГБНУ Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук, Москва

Ключевые слова: бруцеллез, паратуберкулез, комплексный антиген, диагностика, серологические исследования.

Резюме. В данной статье представлены результаты разработки и апробации комплексного антигена для диагностики бруцеллеза и паратуберкулеза у крупного рогатого скота, основанной на реакции связывания комплемента (РСК). Исследование включало сравнительный анализ эффективности использования коммерческих антигенов для данных заболеваний и предложенного комплексного антигена. Экспериментальные данные продемонстрировали, что разработанный антиген позволяет одновременно обнаруживать антитела к бруцеллезу и паратуберкулезу в сыворотке крови животных. Это существенно сокращает временные и финансовые затраты на проведение диагностических исследований, не снижая их чувствительности и специфичности. Комплексный антиген был создан на основе бактериальных компонентов, выделенных из вакцинного штамма Brucella abortus 19 и штамма Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis VIEV. Бактериальные массы подвергались ультразвуковой дезинтеграции и центрифугированию для удаления клеточного детрита. Супернатант доводился до концентрации белка 1 мг/мл с использованием физиологического раствора. Бруцеллезный и паратуберкулезный антигены с идентичной серологической активностью смешивались в соотношениях от 1:1 до 1:1,75 для достижения общей концентрации белка 1 мг/мл. Готовый антиген стабилизировался добавлением фенола до концентрации 0,5 %. Разработка данного комплексного антигена представляет собой очередной шаг вперед в области серологической диагностики инфекционных заболеваний животных. Применение предложенного антигена в РСК позволяет не только повысить точность и чувствительность выявления бруцеллеза и паратуберкулеза, но и оптимизировать процесс диагностики, объединяя исследования на оба заболевания в одном анализе. Это особенно важно в контексте планового мониторинга здоровья крупного рогатого скота, так как одновременное выявление антител к бруцеллезу и паратуберкулезу увеличивает вероятность раннего обнаружения животных, находящихся в латентной стадии бруцеллезной или паратуберкулезной инфекции. Таким образом, разработанный комплексный бруцеллезно-паратуберкулезный антиген расширяет арсенал доступных методов прижизненной серологической диагностики, способствуя более эффективному контролю и профилактике данных заболеваний в животноводческих хозяйствах.

Complex antigen for the diagnosis of brucellosis and paratuberculosis in animals

Naimanov A.Kh., Iskandarov M.I., Fedorov A.I., Iskandarova S.S., Tolstenko N.G., Vangeli E.P., Gulyukin A.M.

Federal Scientific Research Center VIEV, Moscow

Key words: brucellosis, paratuberculosis, complex antigen, diagnostics, serological tests.

Abstract. This article presents the results of the development and testing of a complex antigen designed to diagnose brucellosis and paratuberculosis in cattle using the complement fixation test. The study included a comparative analysis of the effectiveness of commercial antigens and the proposed complex antigen. According to experimental data, the designed complex antigen allows simultaneous detection of antibodies to brucellosis and paratuberculosis in the blood serum of animals. This significantly reduces the time and financial costs of conducting diagnostic tests without affecting their sensitivity and specificity. The complex antigen was designed on the basis of bacterial components isolated from the vaccine strain Brucella abortus 19 and the strain Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis VIEV. Bacterial masses were subjected to ultrasonic disintegration and centrifugation to remove cellular detritus. The supernatant was brought to a protein concentration of 1 mg/ml using saline solution. Brucellosis and paratuberculous antigens with identical serological activity were mixed in ratios from 1:1 to 1:1.75 to achieve a total protein concentration of 1 mg/ml. The finished antigen was stabilized by adding phenol to a concentration of 0.5 %. The development of this complex antigen is another step forward in the area of serological diagnosis of infectious diseases in animals. The use of the proposed antigen in the complement fixation test allows to increase the accuracy and sensitivity of brucellosis and paratuberculosis detection as well as to optimize

the diagnostic process by combining both diseases in one analysis. This is especially important in the context of routine health monitoring of cattle, since simultaneous detection of antibodies to brucellosis and paratuberculosis increases the possibility of early detection of animals in the latent stage of the infection. Thus, the designed complex brucellosis-paratuberculous antigen increases the arsenal of available methods of lifetime serological diagnostics, contributing to more effective control and prevention of these diseases in livestock farms.

Введение

Бруцеллез и паратуберкулез остаются актуальными проблемами в инфекционной патологии крупного рогатого скота, представляя значительную экономическую угрозу для животноводства. Эти заболевания характеризуются высокими затратами, обусловленными выбраковкой инфицированных и больных животных, утилизацией туш, снижением продуктивности из-за преждевременного убоя молодняка от больных коров, уменьшением репродуктивных показателей и значительными расходами на проведение ветеринарно-санитарных мероприятий.

Бруцеллез – это инфекционное заболевание, передающееся от животных к человеку. Оно особенно распространено в районах с интенсивным животноводством [2]. Для обнаружения и изоляции очагов бруцеллеза, оздоровления хозяйств, отбора здоровых животных, отслеживания распространения инфекции и организации противобруцеллезных мер нужны эффективные методы диагностики. Своевременная диагностика помогает предотвратить распространение болезни, тогда как запоздалая или неверная диагностика ведет к ее широкому распространению [3, 7].

Паратуберкулез – хроническая инфекционная болезнь, поражающая жвачных животных. Впервые описанная в 1895 году A. Johne и L. Frothingham как специфическая форма кишечного туберкулеза, паратуберкулез остается недостаточно изученным и трудно поддающимся контролю заболеванием.

Инкубационный период может варьироваться от шести месяцев до нескольких лет, при этом болезнь может протекать бессимптомно на протяжении всей жизни животного. Клинические проявления, такие как диарея и истощение, наблюдаются у 2–5% инфицированных особей.

Латентное носительство инфекции представляет значительную проблему, поскольку животные, не проявляющие симптомов, могут служить источником заражения для других особей. Периодическое выделение возбудителя во внешнюю среду способствует распространению заболевания в популяциях жвачных животных [6].

Серологическую диагностику паратуберкулеза не проводят систематически, а только при возникновении подозрения на заболевание, в отличии от исследований на бруцеллез которые проводят планово.

Для контроля эпизоотической и эпидемической ситуации в регионах, где распространен бруцеллез, применяют лабораторные методы диагностики. Ранняя диагностика – ключевой элемент успешной борьбы с этой инфекцией.

В ветеринарной диагностике бруцеллеза и паратуберкулеза применяются различные антигены. Для серологической диагностики бруцеллеза используются несколько типов антигенов. В частности, роз бенгал антиген применяется в пластинчатой реакции агглютинации (РБП), а О-полисахаридный антиген – в реакции иммунодиффузии (РИД). Наиболее распространенным антигеном является "Бруцеллезный антиген единый для РА, РСК и РДСК", который представляет собой взвесь микробных клеток бруцелл в фенолизированном изотоническом растворе. Для диагностики бруцеллеза в молоке используют антиген для кольцевой реакции, который представляет собой суспензию окрашенных гематоксилином клеток возбудителя [1, 2, 4].

Как правило, результаты РА и РСК в различные периоды развития инфекционного процесса совпадают между собой от 50 до 90 процентов, причем РСК превосходит по чувствительности РА.

Для серологической диагностики паратуберкулеза крупного рогатого скота в разные времена использовали: реакцию агглютинации, реакцию гемагглютинации, реакцию преципитации, реакцию связывания комплемента, иммуноферментный анализ и др.

Наиболее изученным и распространенным методом серологической диагностики паратуберкулеза крупного рогатого скота является реакция связывания комплемента (РСК). Антиген представляет собой прозрачный метаноловый экстракт возбудителя паратуберкулеза [5, 6]. В настоящее время его используют в соответствии с "Наставлением по диагностике паратуберкулеза животных", утвержденным Департаментом ветеринарии МСХ РФ 05.04.2001г.

Целью исследования является разработка нового комплексного антигена для реакции связывания комплемента, что позволит повысить точность и чувствительность диагностики бруцеллеза и паратуберкулеза у животных.

Кроме того, исследование животных на паратуберкулез одновременно с плановым исследованием на бруцеллез повысит вероятность раннего выявления животных без клинического проявления паратуберкулеза.

Это обеспечит возможность раннего выявления данных заболеваний прижизненно. Комплексный бруцеллезно-паратуберкулезный антиген, позволит вдвое сократить временные и трудовые затраты на проведение исследований животных, так как одновременно проводятся исследования сыворотки крови на бруцеллез и паратуберкулез без снижения чувствительности реакции, что расширяет арсенал средств для прижизненной серологической диагностики бруцеллеза и паратуберкулеза животных.

Таблица 1. Специфическая активность полученного бруцеллезного и паратуберкулезного антигена в РСК
Table 1. Specific activity of the obtained brucellosis and paratuberculosis antigen in the CSC

Экспериментальные и коммерческие антигены	Разведения сывороток:							
	положительная бруцеллезная			положительная паратуберкулезная			отрицательная	
	1:5	1:10	1:20	1:5	1:10	1:20	1:5	1:10
Бруцеллезный антиген	пол.	пол.	сом.	отр.	отр.	отр.	отр.	отр.
Паратуберкулезный антиген	отр.	отр.	отр.	пол.	пол.	отр.	отр.	отр.
Коммерческий бруцеллезный единый антиген	пол.	пол.	сом.	отр.	отр.	отр.	отр.	отр.
Коммерческий антиген паратуберкулезный	отр.	отр.	отр.	пол.	пол.	сом.	отр.	отр.

Материалы и методы

Для создания комплексного антигена, предназначенного для диагностики бруцеллеза и паратуберкулеза, применялись методы культивирования соответствующих микроорганизмов на элективных питательных средах.

Штамм Brucella abortus 19 культивировали на мясопептонно-печеночном агаре при 37 ^{0}С в течение 3–5 суток. Бактериальную массу смывали с агара 0,5% фенолизированным физиологическим раствором, инактивировали нагреванием, центрифугированием отделяли бакмассу от смывного раствора, бакмассу двукратно промывали в физиологическом растворе путем ресуспендирования с последующим центрифугированием. После отмывки бактериальную массу суспендировали в стерильном физиологическом растворе до концентрации 40 млрд микробных клеток в мл.

Паратуберкулезный компонент для комплексного антигена готовили из штамма Micobacterium avium subspecies paratuberculosis VIEV который культивировали в жидкой синтетической питательной среде Сотона при 37–38 °С в течение 28–35 суток [8]. Бактериальную массу отделяли от культуральной среды, промывали дистиллированной водой, суспендировали в стерильном физиологическом растворе до концентрации 30 мг/мл.

Каждую бактериальную массу полученные из штамма Brucella abortus 19 и штамма Micobacterium avium subspecies paratuberculosis VIEV подвергали ультразвуковой дезинтеграции на Soniprep 150 Plus MSE при 23 кГц с амплитудой 16,0 в течение 15 мин. После дезинтеграции клеточный детрит осаждали центрифугированием при 3000g в течение 60 мин и отделяли супернатант. В супернатанте, содержащем антиген, физиологическим раствором доводили содержание белка, определяемого по методу Лоури, до концентрации 1 мг/мл [7].

Комплексный антиген для выявления животных инфицированных возбудителем бруцеллеза и паратуберкулеза в реакции связывания комплемента получали путем смешивания бруцеллезного и партуберкулезного антигенов с эквивалентной серологической активностью в соотношении от 1:1 до 1:1,75 (при суммарном содержании белка 1 мг в мл раствора. Полученный комплексный антиген консервировали раствором фенола до конечной концентрации 0,5 %. Работа выполнялась в рамках ГРНТИ 68.41.41 – Ветеринарная диагностика; 68.41.05 – Методы исследований в ветеринарии; 68.41.35 – Ветеринарная микробиология

Рисунок 1. Результаты РСК с комплексным бруцеллезно-паратуберкулезным антигеном
Figure 1. Results of the complete blood count with a complex brucellosis-paratuberculosis antigen

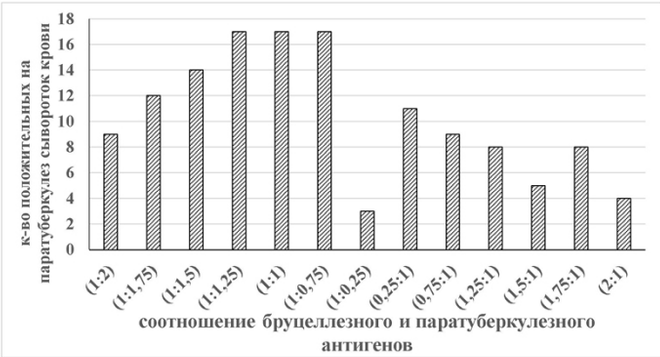


Рисунок 2. Результаты РСК с комплексным бруцеллезно-паратуберкулезным антигеном
Figure 2. Rezul'taty RSK s kompleksnym brutsellezno-paratuberkuleznym antigenom

Исследование выполнено в рамках государственного задания по коду (шифр) научной темы (FGUG-2025-0005).

Результаты исследования и обсуждение

Серологическую активность полученных антигенов из бруцелл и микобактерий паратуберкулеза определяли в РСК с положительными и отрицательными сыворотками на бруцеллез и паратуберкулез. Реакцию считали положительной при задержке гемолиза в ++++ или +++ и сомнительной при реакции в ++. Реакция считалась отрицательной при задержке гемолиза в + или при полном гемолизе эритроцитов. Результаты представлены в таблице 1.

Согласно результатам, представленным в таблице 1, разработанные бруцеллезный и паратуберкулезный антигены по своей активности не уступали коммерческим антигенам.

Комплексный антиген для реакции связывания комплемента получали смешиванием паратуберкулезного и бруцеллезного антигенов с эквивалентной серологической активностью. Концентрация белка в одном мл комплексного антигена составляло 1 мг/мл. Полученный комплексный антиген консервировали раствором фенола до конечной концентрации 0,5 %. Для определения оптимального соотношения количества бруцеллезного и паратуберкулезного антигенов в комплексном антигене готовили разные варианты соотношения антигенов.

На диаграмме (рис. 1) представлены результаты РСК с комплексным антигеном и положительной бруцеллезной сывороткой.

По результатам, представленным на диаграмме, антигены, использованные для реакции

Таблица 2. Сравнительная активность комплексного бруцеллезно-паратуберкулезного антигена с коммерческим бруцеллезным и паратуберкулезным антигенами
Table 2. Comparative activity of the complex brucellosis-paratuberculosis antigen with commercial brucellosis and paratuberculosis antigens

Сыворотки крови от коров, подозреваемых в инфицировании	К-во проб	Выявлено положительно реагирующих животных в РСК		
		Комплексный бруцеллезно-паратуберкулезный антиген	Коммерческий бруцеллезный антиген	Коммерческий антиген паратуберкулезный для РСК
бруцеллезом	60	17	17	0
Паратуберкулезом	37	6	0	6
Контроль здоровые животные	20	0	0	0

связывания комплемента в соотношении от 1:1 до 1:1,25 с моноспецифическими бруцеллезными сыворотками показали максимальную чувствительность.

На следующей диаграмме (рис. 2) представлены результаты РСК с комплексным антигеном и положительной паратуберкулезной сывороткой.

Из данных, представленных на диаграмме установлено, что в реакции связывания комплемента, комплексный антиген продемонстрировал максимальную чувствительность с положительными паратуберкулезными сыворотками в соотношении антигенов от 1:0,75 до 1:1,25.

С сыворотками одновременно положительными на бруцеллезную и паратуберкулезную инфекцию комплексный антиген показал лучшие результаты при соотношении бруцеллезного и паратуберкулезного антигена в интервале от 1:1 до 1:1,75. В дальнейшем при постановке реакции связывания комплемента использовали комплексный антигена с соотношением бруцеллезный-паратуберкулезный компонент 1:1,25.

От коров из неблагополучных по бруцеллезу и паратуберкулезу хозяйствах была взята кровь для исследования в реакции связывания комплемента. Каждую сыворотку исследовали с коммерческим бруцеллезным и паратуберкулезным антигеном, а также с комплексным бруцеллезно-паратуберкулезным антигеном. Результаты показаны в таблице 2.

Экспериментальное сравнение результатов реакции связывания комплемента с использованием коммерческих антигенов для бруцеллеза и паратуберкулеза, а также заявленного комплексного антигена, показало возможность одновременного выявления антител к обоим заболеваниям в сыворотке крови. Это позволило вдвое сократить затраты на проведение исследований без снижения их эффективности.

Заключение

Таким образом, комплексный антиген, включающий растворимые фракции бруцеллезных и паратуберкулезных антигенов, полученных с помощью ультразвуковой дезинтеграции и взятых в соотношении 1:1,25 при концентрации белка 1 мг/мл, предназначен для выявления животных, инфицированных бруцеллезом и паратуберкулезом, в реакции связывания комплемента. Полученный комплексный антиген может использоваться в ветеринарных лабораториях и научно-исследовательских институтах при проведении оздоровительных мероприятий в неблагополучных хозяйствах и диагностических мероприятиях в благополучных хозяйствах.

Литература

1. Актуальные проблемы хронических инфекций крупного рогатого скота, совершенствование аллергенов и методов диагностики. / Найманов А.Х. и др. // Ветеринария и кормление. - 2025. - № 1. - С. 58-62.
2. Бруцеллез животных в России. / Искандаров М.И. и др. // Новосибирск: Изд-во: АНС "СибАК", 2017. - 286 с.
3. Бруцеллез сельскохозяйственных животных в Российской Федерации.
/ Гулюкин М.И. и др. // Ветеринария. - 2013. - № 6. - С. 23-28.
4. Касьянов А.Н. Аллергическая и серологическая диагностика и профилактика бруцеллеза животных. / Касьянов А.Н. // Дисс. … док. вет. н. -М., 1987.
5. Особенности и диагностическое значение бактериологических исследований при паратуберкулезе крупного рогатого скота. / Найманов А.Х. и др. // Ветеринария и кормление. - 2025. - № 4. - С. 83-87.
6. Проблемы диагностики паратуберкулёза крупного рогатого скота. / Найманов А.Х. и др. // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я.Р. Коваленко. - 2015. - Т. 78. - С. 300-305.
7. Способ получения аллергена для диагностики бруцеллеза у сельскохозяйственных животных. / Найманов А.Х. и др. // Патент на изобретение 2792814 С1, 24.03.2023.
8. Штамм Micobacterium avium subspecies paratuberculosis VIEV, предназначенный для получения туберкулопротеинов. / Найманов А.Х. и др. // Патент на изобретение № 2816760 от 4.04.2024г.

References

1. Aktual`ny`e problemy` xronicheskix infekcij krupnogo rogatogo skota, sovershenstvovanie allergenov i metodov diagnostiki. / Najmanov A.X. i dr. // Veterinariya i kormlenie. - 2025. - № 1. - S. 58-62.
2. Brucellez zhivotny`x v Rossii. / Iskandarov M.I. i dr. // Novosibirsk: Izd-vo: ANS "SibAK", 2017. - 286 s.
3. Brucellez sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x v Rossijskoj Federacii.
/ Gulyukin M.I. i dr. // Veterinariya. - 2013. - № 6. - S. 23-28.
4. Kas`yanov A.N. Allergicheskaya i serologicheskaya diagnostika i profilaktika brucelleza zhivotny`x. / Kas`yanov A.N. // Diss. … dok. vet. n. -M., 1987.
5. Osobennosti i diagnosticheskoe znachenie bakteriologicheskix issledovanij pri paratuberkuleze krupnogo rogatogo skota. / Najmanov A.X. i dr. // Veterinariya i kormlenie. - 2025. - № 4. - S. 83-87.
6. Problemy` diagnostiki paratuberkulyoza krupnogo rogatogo skota. / Najmanov A.X. i dr. // Trudy` Vserossijskogo NII e`ksperimental`noj veterinarii im. Ya.R. Kovalenko. - 2015. - T. 78. - S. 300-305.
7. Sposob polucheniya allergena dlya diagnostiki brucelleza u sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. / Najmanov A.X. i dr. // Patent na izobretenie 2792814 C1, 24.03.2023.
8. Shtamm Micobacterium avium subspecies paratuberculosis VIEV, prednaznachenny`j dlya polucheniya tuberkuloproteinov. / Najmanov A.X. i dr. // Patent na izobretenie № 2816760 ot 4.04.2024g.

Для цитирования / For citation

Комплексный антиген для диагностики бруцеллеза и паратуберкулеза у животных / Найманов А.Х. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.91–94.

Complex antigen for the diagnosis of brucellosis and paratuberculosis in animals /Naimanov A.Kh. et al. // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.91–94.

Пресс-релиз/ Press-release

Экзотический штамм вируса ящура Тунис

14 января 2026 года подведомственным Россельхознадзору ФГБУ "ВНИИЗЖ" получены документы на патент России на новый штамм вируса ящура "О/ЕА-3/Тунис/2019", выделенный у крупного рогатого скота в Тунисе - регионе, неблагополучном по данному заболеванию.

Штамм был изучен сотрудниками сектора биотехнологии лаборатории профилактики ящура. По результатам исследований установлено, что он относится к одному из наиболее распространенных и опасных серотипов вируса ящура - серотипу О.

В ходе научной работы специалисты изучили, как новый штамм вируса ящура ведёт себя в организме сельскохозяйственных животных и в лабораторных условиях. Это позволило безопасность получить вирусный материал, необходимый для дальнейших исследований и разработки вакцинных препаратов. Полученные образцы прошли лабораторный контроль и подтвердили свою пригодность для практического применения.

Новый штамм вируса ящура "О/ЕА-3/Тунис/2019" официально включен во Всероссийскую государственную коллекцию экзотических вирусов ящура и других патогенов животных ФГБУ "ВНИИЗЖ", где хранятся и изучаются особо опасные возбудители заболеваний.

Получение патента подтверждает научную новизну разработки и позволяет использовать новый штамм для совершенствования методов диагностики и профилактики ящура серотипа О, включая создание вакцин.

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-21

УДК 615.01:579.842.14

Штамм Salmonella abortus equi БН-12, используемый в качестве бактерии-мишени для идентификации бактериофагов

Неустроев М.П., доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией ветеринарной биотехнологии, mneyc50@mail.ru
Петрова С.Г., кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, sargy1970p@mail.ru
Эльбядова Е.И., кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник, elbyadova@bk.ru
Попов А.А., кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник, andrian.popov.94@bk.ru

ФГБУН ФИЦ "ЯНЦ СО РАН" Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова, г. Якутск

Ключевые слова: штамм, сальмонеллез, бактериофаг, стоп-тест, Грациа.

Резюме. В исследовании представлены результаты селекции и характеристики штамма-мишени Salmonella abortus equi БН-12, предназначенного для идентификации специфических бактериофагов. Работа актуальна во время растущей антибиотикорезистентности и поиска альтернативных методов лечения сальмонеллезного аборта лошадей. Из паренхиматозного органа абортированного плода кобылы с Хангаласского улуса Якутии выделена бактерия. Всесторонняя характеристика включала бактериологические, биохимические, серологические и молекулярно-генетические методы. Установлена 100 % идентичность последовательности гена 16S рРНК виду Salmonella enterica. Культура депонирована во Всероссийской коллекции штаммов микроорганизмов, используемых в ветеринарии и животноводстве, ФГБУ ВГНКИ (№ ВКШМ-Б-01ПД). Важной составляющей исследования явилось тестирование чувствительности данного штамма к литическому действию бактериофагов. В ходе спот-теста штамм salmonella abortus equi БН-12 проявил чувствительность к литическому действию широкого спектра коммерческих бактериофагов (Интестифаг П12, П19, Н193) и сальмонеллезных фагов МНИИЭМ им. Габричевского (SE40, Si-3, ST11, SL11, SL26). Далее штамм успешно применен в качестве мишени для скрининга бактериофагов в пробах почвы и конского навоза из неблагополучных улусов Якутии. После использования метода обогащения с подсевом из трех проб были выделены негативные колонии, свидетельствующие о наличии бактериофагов. Из одной из проб выделено два морфологически различных бактериофага. Полученные результаты доказывают, что штамм Salmonella abortus equi БН-12 является релевантным и эффективным инструментом для изоляции и идентификации специфических бактериофагов, что создает основу для разработки средств фаготерапии сальмонеллезного аборта лошадей.

Salmonella abortus equi strain BN-12, used as a target bacterium for bacteriophage identification

Neustroev M.P., Petrova S.G., Elbyadova E.I., Popov A.A.

Yakut Scientific Researcher Institute of Agriculture named after M.G. Safronof, Yakutsk

Key words: vaccine, salmonellosis, bacteriophage, stop-test, Grazia.

Abstract. The study presents the results of the selection and characterization of the target strain Salmonella abortus equi BH-12, which is intended for the identification of specific bacteriophages. The work is relevant during the growing antibiotic resistance and the search for alternative methods of treatment of salmonellosis abortion in horses. The strain was isolated from the parenchymal organs of the aborted fetus of a mare in the endemic for this disease Khangalassky ulus of Yakutia. Comprehensive characterization included bacteriological, biochemical, serological, and molecular-genetic methods. The 16S rRNA gene sequence was found to be 100 % identical to the Salmonella enterica species. The strain was deposited in the All-Russian Collection of Microorganisms Used in Veterinary Medicine and Animal Husbandry at the All-Russian Research Institute of Veterinary Medicine and Animal Husbandry (№ VKSHM-B-01PD). An important part of the study was the testing of the strain's sensitivity to the lytic action of bacteriophages. During the spot test, strain BN-12 showed sensitivity to the lytic action of a wide range of commercial bacteriophages (Intestiphage P12, P19, and H193) and Salmonella phages from the Gabrichevsky Research Institute of Epidemiology and Microbiology (SE40, Si-3, ST11, SL11, and SL26). Subsequently, the strain was successfully used as a target for screening bacteriophages in soil and horse manure samples from affected districts in Yakutia. After using the enrichment method with subculturing, negative colonies were isolated from three samples, indicating the presence of bacteriophages. Two morphologically distinct bacteriophages were isolated from one of the samples. The obtained results prove that the Salmonella abortus equi BH-12 strain is a relevant and effective tool for isolating and identifying specific bacteriophages, which provides a basis for developing phage therapy for salmonellosis abortion in horses.

Введение

В системе современного коневодства сальмонеллезный аборт продолжает оставаться одной из наиболее часто диагностируемых инфекционных болезней. Традиционная схема борьбы с данной патологией включает профилактическую вакцинацию и применение антибактериальных препаратов. Однако в условиях глобального роста антибиотикорезистентности возбудителей актуальной задачей становится разработка новых терапевтических стратегий. В этом контексте высокая видоспецифичность и эффективность бактериофагов позволяют рассматривать их в качестве перспективной альтернативы для терапии сальмонеллезных абортов [1]. В клинической практике препараты бактериофагов назначают наряду с антибиотиками. Во многих случаях фаговые препараты по активности превышают антибактериальные препараты в отношении антибиотикорезистентных возбудителей [2]. Сторонники фаготерапии выделяют несколько основных преимуществ, которые имеют фаги по сравнению с использованием антибиотиков – специфичность, саморазмножение, способность к разрушению микробных биопленок, отсутствие побочных реакций и низкую токсичность для человека и животных [3, 4].

Однако выделение бактериофагов требует наличия бактерий-мишеней, что обусловлено строгой специфичностью их действия, направленного на лизис определённых типов бактериальных клеток [5]. В литературе описано применение в качестве индикаторных культур штаммов сероваров Salmonella enteritidis, S. typhimurium, S. heidelberg, S. choleraesuis, S. gallinarum-pullorum и S. dublin для изоляции бактериофагов, предназначенных для профилактики и терапии сальмонеллёза у животных [6]. Также известны способы получения специфических штаммов бактериофагов, проявляющих литическую активность в отношении различных штаммов Salmonella spp. [7]. Имеются данные об использовании штаммов E. coli AB-259, Salmonella typhimurium TA 1537 и S. typhimurium TA 100 для идентификации бактериофага Salmonella typhimurium S-394 [8]. Вместе с тем, перечисленные штаммы не применимы для выделения бактериофагов, специфичных к возбудителю сальмонеллёзного аборта лошадей.

Также же для подтверждения принадлежности культуры к роду Salmonella в случае затруднений с идентификацией рекомендуют ставит пробы с сальмонеллезными бактериофагами [9]. В доступной литературе есть данные по созданию индикаторного бактериофага для идентификации сальмонелл [10]. Однако бактериофаги к возбудителям сальмонеллезного аборта лошадей не выделены.

Цель: получение специфичного штамма Salmonella abortus equi в качестве бактерии-мишени для идентификации бактериофагов против возбудителя сальмонеллезного аборта лошадей.

Материалы и методы

Идентификацию и характеристику выделенных культур проводили с использованием комплекса бактериологических, биохимических, серологических и молекулярно-генетических методов.

Культуральные свойства изучали путем посева на жидкие и плотные питательные, а также дифференциально-диагностические среды: мясо-пептонный бульон (МПБ), мясо-пептонный агар (МПА), агар Эндо и среду Олькеницкого. Все посевы инкубировали в термостате при температуре 37° С в течение 18–20 часов.

Морфологические признаки оценивали с помощью световой микроскопии мазков, окрашенных по Граму. Подвижность микроорганизмов определяли методом укола в столбик полужидкого агар.

Биохимическую активность исследовали по способности культур утилизировать углеводы (маннит, лактозу, мальтозу, сахарозу, глюкозу, дульцит) на средах Гисса.

Серотипирование проводили с использованием монорецепторных сальмонеллезных агглютинирующих сывороток в реакции агглютинации на стекле для определения антигенной структуры.

Оценка вирулентности. Вирулентность штамма-мишени оценивали на модели беспородных белых мышей (n=20) массой тела 18–20 г. Значение средней летальной дозы (LD_{50}) рассчитывали по методу Кербера.

Молекулярно-генетический анализ. Генетическая идентификация изолята была выполнена путем секвенирования фрагмента гена 16S рРНК. Анализ проводился в ЦКП "Геномика" ИХБиФМ СО РАН и отделении биотехнологии ФГБУ "ВГНКИ".

Для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовали стандартные универсальные праймеры для амплификации гена 16S рРНК: 27F (5'-AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG-3') и 1492R (5'-GGT TAC CTT GTT ACG ACT T-3'), что позволяет амплифицировать фрагмент длиной приблизительно 1450 пар нуклеотидов. Амплификацию проводили на термоциклере Verity (Applied Biosystems, США) в соответствии с утвержденным протоколом.

В качестве бактерии мишени для поиска бактериофагов применяли культуру штамма бактерий Salmonella abortus equi БН-12.

В работе использованы коммерческие фаги (Интестифаг П12, П19, Н193) и сальмонеллезные фаги: Se40 (Salmonella enteritidis M4), Si3 (Salmonella typhimurium), SL11 (Salmonella London 11), SL26 (Salmonella London 26)

Рисунок 1. Спот-тест
Figure 1. Spot test

Рисунок 2. Спот-тест
Figure 2. Spot test

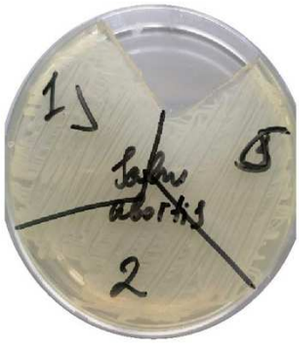


Рисунок 3. Спот-тест
Figure 3. Spot test

Рисунок 4. Спот-тест
Figure 4. Spot test

из коллекции Научно-методического центра по изучению и идентификации бактериофагов ФБУН "МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского" Роспотребнадзора.

Для поиска бактериофага подготовлены 9 проб фильтратов из почв и конского навоза из неблагополучных по сальмонеллезному аборту лошадей коневодческих баз Амгинского, Таттинского, Намского и Вилюйского улусов Республики Саха (Якутия). Фильтраты стерилизовали добавлением раствора хлороформа в соотношении 1:10.

Результаты и обсуждение

В качестве бактерии-мишени для скрининга бактериофагов и фаготипирования использовали штамм Salmonella abortus equi БН-12. Данный штамм был выделен из паренхиматозных органов абортированного плода, полученного из хозяйства Хангаласского улуса – региона, неблагополучного по сальмонеллезному аборту лошадей. Всего в ходе работы было проанализировано 25 изолятов, выделенных от абортированных плодов.

Штамм депонирован во "Всероссийской коллекции штаммов микроорганизмов, используемых в ветеринарии и животноводстве" ФГБУ "ВГНКИ" под регистрационным номером ВКШМ-Б-01ПД и хранится в лиофилизированном состоянии при температуре +2...8 °С.

Культурально-морфологические свойства. Штамм характеризуется оптимальным ростом на универсальных питательных средах (мясо-пептонный агар – МПА, мясо-пептонный бульон – МПБ) в аэробных и факультативно-анаэробных условиях при температуре 37 °С и pH 7,2–7,4. На МПА формирует сероватые округлые колонии, в МПБ вызывает равномерное помутнение, а на полужидком агаре наблюдается диффузный рост. На среде Эндо колонии прозрачные, бесцветные или слегка розоватые. Микроскопически представлен подвижными короткими грамотрицательными палочками.

Биохимические и серологические свойства. По результатам биохимического тестирования на средах Гисса, штамм ферментирует с образованием кислоты и газа глюкозу, маннит, дульцит, рамнозу и галактозу. При этом лактоза, сахароза, рафиноза, ксилоза, салицин, инулин, адонит и инозит не утилизируются. Отмечается отрицательная реакция на свертывание молока и разжижение желатина. Получены положительная реакция с метилротом и отрицательная реакция Фогес-Проскауэра. В реакции агглютинации на стекле штамм дает положительный результат с монорецепторными сальмонеллезными сыворотками О-антигена 4. Следует отметить, что ферментативная активность культуры может варьировать в процессе длительного хранения [11].

Патогенность. Штамм патогенен для белых мышей; установленная средняя летальная доза (LD_{50}) составляет 400 млн микробных клеток/мл.

Молекулярно-генетическая идентификация. Секвенирование фрагмента гена 16S рРНК показало 100% идентичность нуклеотидной последовательности с эталонными штаммами Salmonella enterica.

Культивирование. Для постановки экспериментов (спот-тест и метод "обогащения с подсевом") штамм культивировали на МПА в чашках Петри и в МПБ в пробирках. Инкубацию проводили в термостате при 37 °С в течение 18–20 часов.

Скрининг бактериофагов проводили методом спот-теста на плотной питательной среде (мясо-пептонный агар, МПА), предварительно засеянной культурой-мишенью Salmonella abortus equi БН-12. Засев производили двумя альтернативными способами для формирования сплошного газона:

Первый способ: поверхностное нанесение суспензии. 0,1 мл суточной культуры бактерий, выращенной в мясо-пептонном бульоне (МПБ), наносили на поверхность агара в чашке Петри и равномерно распределяли стерильным шпателем.

Второй способ: суточную культуру, выращенную на МПА, ресуспендировали в небольшом объеме стерильного физиологического раствора. Полученную суспензию густо наносили петлей и равномерно распределяли по поверхности агара для формирования сплошного газона.

После нанесения культуру оставляли для впитывания при комнатной температуре до полного высыхания поверхности среды. Затем дно чашки Петри размечали на секторы, каждый из которых был промаркирован в соответствии с номером пробы или идентификатором тестируемого бактериофага.

На подготовленный бактериальный газон в соответствующие секторы наносили по одной капле (примерно 10 мкл) каждого исследуемого фильтрата. Чашки оставляли для полного впитывания капель, после чего инкубировали в перевернутом положении при температуре 37° С в течение 18–20 часов.

В ходе исследования было установлено, что штамм-мишень Salmonella abortus equi БН-12 чувствителен к литическому действию коммерческих препаратов сальмонеллезных бактериофагов, а также к фагам, предоставлен-

Таблица 1. Результат постановки спот-теста с бактериофагами
Table 1. The result of a spot test with bacteriophages

Бактерия-мишень	Коммерческие бактериофаги			Сальмонеллезные фаги МНИИЭМ им. Габричевского				
	Интестифаг П12	Интестифаг Пермь П19	Интестифаг Н.Новгород Н193	SE40	Si-3	ST11	SL11	SL26
Sal. abortus equi БН-12	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание: (+) – положительный спот-тест.

Таблица 2. Результат постановки спот-теста с пробами фильтратов из почв и конского навоза
Table 2. The result of spot-testing with samples of soil filtrates and horse manure

Бактерия-мишень	№ проб фильтратов								
	ВУ1	ВУ2	ВУ3	ВУ4	АУ	НУ1	НУ2	ТУ1	ТУ2
Sal. abortus equi БН-12	+	-	-	-	+	-	-	+	-

Примечание: ВУ1 – Вилюйский улус №1, ВУ2 – Вилюйский улус №2, ВУ3 – Вилюйский улус №3, ВУ4 – Вилюйский улус №4, АУ – Амгинский улус, НУ1 – Намский улус №1, НУ2 – Намский улус №2, ТУ1 – Таттинский улус №1, ТУ2 – Таттинский улус №2, (+) – положительный спот-тест, (-) – отрицательный спот-тест.

ным ФБУН "МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского" (табл. 1, рис. 1, 4).

При первом спот-тесте с фильтратами из проб почвы и конского навоза выросла посторонняя микрофлора (рис.2). Поэтому при повторной постановке спот-теста использовали метод обогащения "с подсевами". При этом в пробирки с МПБ добавили исследуемые пробы фильтратов и суточную культуру штамма бактерий Salmonella abortus equi БН-12. Посевы инкубируем в термостате при +37 ^{0}С в течение 18–20 ч. Из посевов, подготовленных методом обогащения "с подсевом" поставили спот-тест с использованием в качестве бактерии-мишени штамм Salmonella abortus equi БН-12. Из проб фильтратов № 1, 5 и 8 по истечении времени инкубации выделено по 1 негативной колонии бактериофага (рис. 3 и 4, табл. 2), характерной зоны лизиса не выявлено.

При раститровке из выделенных негативных колоний с пробы № 1 выделены 2 вида бактериофагов, отличающиеся по величине негативных колоний, охарактеризованные как крупная колония с ореолом вокруг зоны просветления и мелкая колония без ореола. Из проб № 5 и 8 бактериофаги не выделены.

Заключение

Эффективность штамма Salmonella abortus equi БН-12 в качестве культуры-мишени для фагового скрининга была подтверждена выделением из фильтратов почвы и навоза двух бактериофагов. Это доказывает перспективность его применения для создания средств фаготерапии и диагностики сальмонеллезного аборта. Упомянутая методика и выделенные штаммы защищены патентом РФ № 2838922 С1 от 01.04.2025 г. [11].

Литература

1. Алешкин А. В. Лекции по исследованию и применению бактериофагов. / А.В. Алешкин. - Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина, 2016. - 112 с. - EDN WXXQFP.
2. Енгашев С.В. Антибиотикорезистентность и альтернативные методы профилактики и борьбы с бактериальными инфекциями. / С.В. Енгашев, А.А. Гусев, Е.С. Енгашева, В.А. Бабак // Ветеринария. - 2021. - № 5. - С. 30-34. - DOI 10.30896/0042-4846.2021.24.5.30-34.
3 Bourdin G. Coverage of diarrhoeaassociated Escherichia coli isolates from different origins with two types of phage cocktails. / G. Bourdin, A. Navarro, S.A. Sarker et al. //Microb Biotechnol. 2014. - № 7. - P. 165-176. DOI: 10.1111/1751-7915.12113
4 Donlan R.M. Preventing biofilms of clinically relevant organisms using bacteriophage. / R.M. Donlan // Trends Microbiol. - 2009 - № 17. - P. 66-72. DOI: 10.1016/j.tim.2008.11.002.
5. Кереселидзе М. Лечебный эффект бактериофага против сальмонеллеза. / Т. Габисония, М. Лоладзе, Г. Мелашвили и др. // Птицеводство. - 2006. - № 2. - С.49.
6. Патент № 2232808 С1 Российская Федерация, МПК C12N 7/00, A61K 9/00, A61K 9/48. Биопрепарат на основе бактериофагов для профилактики и лечения сальмонеллеза животных: № 2002127149/13: заявл. 11.10.2002: опубл. 20.07.2004 / Э.А. Светоч, С.В. Ленев, В.В. Перелыгин и др.; заявитель Закрытое акционерное общество "ПИ - ПРО - ЛАЙФ". - EDN FLILLK.
7. Патент № 2573934 С2 Российская Федерация, МПК C12N 7/00, A61K 35/76. Способ получения штамма бактериофага, специфических штаммов бактериофагов и их применение: № 2014111125/10: заявл. 09.08.2012: опубл. 27.01.2016 / Я. Дастых, Я. Дзядек, Э. Гурецкая и др.; заявитель Протеон Фармасьютикалз С.А. - EDN EDZOFS.
8. Патент № 2412243 С1 Российская Федерация, МПК C12N 7/00. Штамм бактериофага Salmonella typhimurium S-394, обладающий литической активностью: № 2009123017/10: заявл. 16.06.2009: опубл. 20.02.2011 / В.Г. Пугачев, О.Д. Тотменина, В.Е. Репин и др.; заявитель Федеральное государственное учреждение науки "Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии "Вектор" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУН ГНЦ ВБ "Вектор" Роспотребнадзора). - EDN WGVKRW.
9. Методические указания. 4.2. Биологические и микробиологические факторы. Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды. Дата введения 2010-09-02. // URL: https://docs.cntd.ru/document/1200083950.
10. Чугунова Е.О. Разработка способа использования индикаторных фагов для идентификации сальмонелл. / Е.О. Чугунова, Н.А. Татарникова // Пермский аграрный вестник. - 2017. - № 3 (19). - С. 145-150.
11. Патент №2838922 С1 Российская Федерация, МПК C12N 1/20, A61K 35/76, C12R 1/42. Штамм бактерий Salmonella abortus equi, используемый в качестве бактерии-мишени для идентификации бактериофагов. / М.П. Неустроев, С.Г. Петров, Е.И. Эльбядова; заявитель и патентообладатель ФИЦ ФГБОУН "ЯНЦ СО РАН".

References

1. Aleshkin A. V. Lekcii po issledovaniyu i primeneniyu bakteriofagov. / A.V. Aleshkin. - Ul`yanovsk: Ul`yanovskaya gosudarstvennaya sel`skoxozyajstvennaya akademiya imeni P.A. Stoly`pina, 2016. - 112 s. - EDN WXXQFP.
2. Engashev S.V. Antibiotikorezistentnost` i al`ternativny`e metody` profilaktiki i bor`by` s bakterial`ny`mi infekciyami. / S.V. Engashev, A.A. Gusev, E.S. Engasheva, V.A. Babak // Veterinariya. - 2021. - № 5. - S. 30-34. - DOI 10.30896/0042-4846.2021.24.5.30-34.
5. Кереселидзе М. Лечебный эффект бактериофага против сальмонеллеза. / Т. Габисония, М. Лоладзе, Г. Мелашвили и др. // Птицеводство. - 2006. - № 2. - С.49.
6. Патент № 2232808 С1 Российская Федерация, МПК C12N 7/00, A61K 9/00, A61K 9/48. Биопрепарат на основе бактериофагов для профилактики и лечения сальмонеллеза животных: № 2002127149/13: заявл. 11.10.2002: опубл. 20.07.2004 / Э.А. Светоч, С.В. Ленев, В.В. Перелыгин и др.; заявитель Закрытое акционерное общество "ПИ - ПРО - ЛАЙФ". - EDN FLILLK.
7. Патент № 2573934 С2 Российская Федерация, МПК C12N 7/00, A61K 35/76. Способ получения штамма бактериофага, специфических штаммов бактериофагов и их применение: № 2014111125/10: заявл. 09.08.2012: опубл. 27.01.2016 / Я. Дастых, Я. Дзядек, Э. Гурецкая и др.; заявитель Протеон Фармасьютикалз С.А. - EDN EDZOFS.
8. Патент № 2412243 С1 Российская Федерация, МПК C12N 7/00. Штамм бактериофага Salmonella typhimurium S-394, обладающий литической активностью: № 2009123017/10: заявл. 16.06.2009: опубл. 20.02.2011 / В.Г. Пугачев, О.Д. Тотменина, В.Е. Репин и др.; заявитель Федеральное государственное учреждение науки "Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии "Вектор" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУН ГНЦ ВБ "Вектор" Роспотребнадзора). - EDN WGVKRW.
9. Методические указания. 4.2. Биологические и микробиологические факторы. Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды. Дата введения 2010-09-02. // URL: https://docs.cntd.ru/document/1200083950.
10. Чугунова Е.О. Разработка способа использования индикаторных фагов для идентификации сальмонелл. / Е.О. Чугунова, Н.А. Татарникова // Пермский аграрный вестник. - 2017. - № 3 (19). - С. 145-150.
11. Патент №2838922 С1 Российская Федерация, МПК C12N 1/20, A61K 35/76, C12R 1/42. Штамм бактерий Salmonella abortus equi, используемый в качестве бактерии-мишени для идентификации бактериофагов. / М.П. Неустроев, С.Г. Петров, Е.И. Эльбядова; заявитель и патентообладатель ФИЦ ФГБОУН "ЯНЦ СО РАН".

Для цитирования / For citation

Неустроев М.П., Штамм бактерий Salmonella abortus equi БН-12 , используемый в качестве бактерии-мишени для идентификации бактериофагов. / Неустроев М.П., Петрова С.Г., Эльбядова Е.И., Попов А.А. // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.95–98.

Neustroev M.P. Salmonella abortus equi strain BN-12, used as a target bacterium for bacteriophage identification. / M.P. Neustroev, S.G. Petrova, E.I. Elbyadova, A.A. Popov // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.95–98.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-22

УДК 612.433.018:636.22/.28

Уровень и взаимосвязь гормонов у молочного скота в возрастной динамике

[1]**Новгородова И.П.,** кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, novg-inna2005@yandex.ru
[2]**Некрасов Р.В.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, директор
[1]ФГБНУ Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, г.о. Подольск, п. Дубровицы
[2]Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания животных – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», Боровск, пос. Институт, Калужская область, Россия
nek_roman@mail.ru

Ключевые слова: гормоны, щитовидная железа, крупный рогатый скот, корреляционная связь.

Резюме. Для оценки физиологического состояния животных необходимо проведение исследований, направленных на изучение их гормонального статуса. Гормональные профили являются показателями состояния организма. Были проведены исследования по выявлению корреляций между гормональными профилями крупного рогатого скота в разных возрастных группах: 1-я группа – животные в возрасте 6–9 месяцев (n=15), 2-я группа – животные в возрасте 12–13 месяцев (n=20) и 3-я группа – коровы на 3 стадии лактации (n=15). Исследования показали, что концентрации гормонов в сыворотке крови животных изменяются в зависимости от их возраста. Концентрация кортизола была максимальной у животных в возрасте 6–9 месяцев при среднем значении 87,24±9,30 нмоль/л (p≤0,001). В этом возрасте также наблюдалась активность гормонов щитовидной железы: средняя концентрация T_4 св. составляла 21,26±0,56 пмоль/л (p≤0,01), а T_3 св. – 10,21±0,54 пмоль/л (p≤0,05). Содержание ТТГ у исследуемых животных незначительно варьировало в разных группах и находилось в пределах от 0,45 до 0,52 мМЕ/л. Концентрация прогестерона (ПГ) в сыворотке крови исследуемых коров была достоверно выше, чем у ремонтного молодняка (p≤0,001), причем в 2,5 раза. Наблюдалась значительная корреляция между ИТИ и T_4 св. у животных всех возрастных групп, в возрасте 6–9 месяцев и 12–13 месяцев – между ИТИ и Тз св., а также между ПГ и ЭСТ у ремонтного молодняка в возрасте 12–13 месяцев и коров. Также была обнаружена значимая отрицательная корреляция между ИТИ и ТТГ у животных всех исследуемых групп и между ИПК и T_3 св. у животных в возрасте 6–9 месяцев и 12–13 месяцев. Исследуемые уровни гормонов могут служить интегральными показателями состояния организма в разные физиологические периоды, поскольку играют уникальную и важную роль на разных этапах развития животного.

Levels and relationships of hormones in dairy cattle in age dynamics

[1]**Novgorodova I.P.,** [2]**Nekrasov R.V.**
[1]Federal Research Center of Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst, Podolsk, Dubrovitsy.
[2]All-Russia Research Institute of Animal Physiology, Biochemistry, and Nutrition - Branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Borovsk, s. Institute, Kaluga region, Russia

Key words: hormones, thyroid gland, cattle, correlation

Abstract. To assess the physiological state of animals, it is necessary to conduct research aimed at studying their hormonal status. Hormonal profiles are indicators of the body's condition. Studies were conducted to identify correlations between the hormonal profiles of cattle in different age groups: group 1 – animals aged 6–9 months (n=15), group 2 – animals aged 12–13 months (n=20) and group 3 – cows at the third stage of lactation (n=15). Studies have shown that the concentrations in the blood serum of animals varies depending on their age. The concentration of cortisol was maximal in animals aged 6–9 months, with an average value of 87.24 ± 9.30 nmol/l ($p < 0.001$). At this age, activity of thyroid hormones was also observed, with mean concentrations of T_4 free at 21.26 ± 0.56 pm/mol ($p <0.01$) and T_3 free at 10.21 ± 0.54 pmol/l ($p<0.05$). The concentration of TSH in the studied animals varied slightly between groups, ranging from 0.45 to 0.52 mME/l. The concentration of progesterone (PG) in the blood serum of studied cows was significantly higher than that of repair young ($p<0.001$), with a 2.5-fold increase. A significant correlation was observed between ITI and T_4 free in cattle in all study groups. Additionally, a significant correlation was seen between ITI and T_3 free at ages 6–9 and 12–13 months, as well as between PG and EST at age 12–13 months in cows. A significant negative correlation was also found between ITI and thyroid stimulating hormone in animals of all study groups, as well as between IPC and T_3 free at ages 6–9 and 12–13 months. The studied hormone levels can serve as integral indicators of the body's condition in different physiological periods, since they play a unique and important role at different stages of animal development.

Введение

Эндокринная система животных представляет собой сложную сеть желез, которые вырабатывают и секретируют гормоны, играющие решающую роль в регуляции многих физиологических процессов у животных, и обеспечивающих нормальные функции организма и поддержание гомеостаза. Во время физиологического роста животных в организме происходят динамические изменения гормонов [1].

Оптимальная концентрация гормонов важна, поскольку от нее зависят состояние организма, репродуктивные функции, лактация, стельность и другие процессы [2-3]. К основным гормонам организма животного относят гормоны щитовидной железы, половые гормоны и кортизол.

Гормоны щитовидной железы участвуют в процессах роста и развития организма, пролиферации и дифференцировке клеток органов и тканей, анаболических и катаболических реакциях обмена веществ, потреблении кислорода и скорости окислительно-восстановительных процессов, а также в репродуктивной функции и продуктивности сельскохозяйственных животных [4-6].

Уровни циркулирующих гормонов щитовидной железы могут служить важными биомаркерами, которые позволяют оценить метаболическую эффективность и качество питания животных [7-8].

Такие гормоны как тироксин (T_4) и трийодтиронин (T_3) являются ключевыми гормонами щитовидной железы. Активность трийодтиронина в 5–6 раз выше, чем у тироксина, что обусловлено его низкой способностью связываться с белками сыворотки крови [9].

Активность щитовидной железы меняется с возрастом животных. У взрослых особей крупного рогатого скота наблюдается повышенная функция железы в период лактации и в начале сухостоя. Тиреоидные гормоны играют ключевую роль в процессе молокообразования у животных, увеличивая отдачу молока, стимулируя выработку белков и жира и другие процессы.

Репродуктивная функция животных находится под контролем гормонов, включая целый комплекс гонадотропных, стероидных и простагландинов. Эти гормоны играют ключевую роль в поддержании здоровья репродуктивной системы. Среди них особо выделяются прогестерон, который отвечает за рост фолликулов и молочных желез, а также за стадию полового возбуждения, сохранение беременности и другие важные процессы. Эстрадиол, в свою очередь, стимулирует развитие и созревание репродуктивных органов у женских особей и поддерживает их способность к воспроизводству [10].

Кортизол, известный как гормон стресса, значительно повышается в крови в ответ на стрессовые ситуации, травмы, инфекции и другие факторы. Это может оказывать влияние на рост и развитие организма [11], снижать его репродуктивные способности [12], продуктивность [13-14], а также снижать неспецифические защитные силы организма [15].

Исследование гормонального профиля крупного рогатого скота является важной составляющей для понимания физиологических процессов, происходящих в организме. Несмотря на значительное количество работ, связанных с исследованиями гормонов у животных, возрастные аспекты их взаимодействия остаются недостаточно изученными.

Цель работы заключалась в выявлении вза-

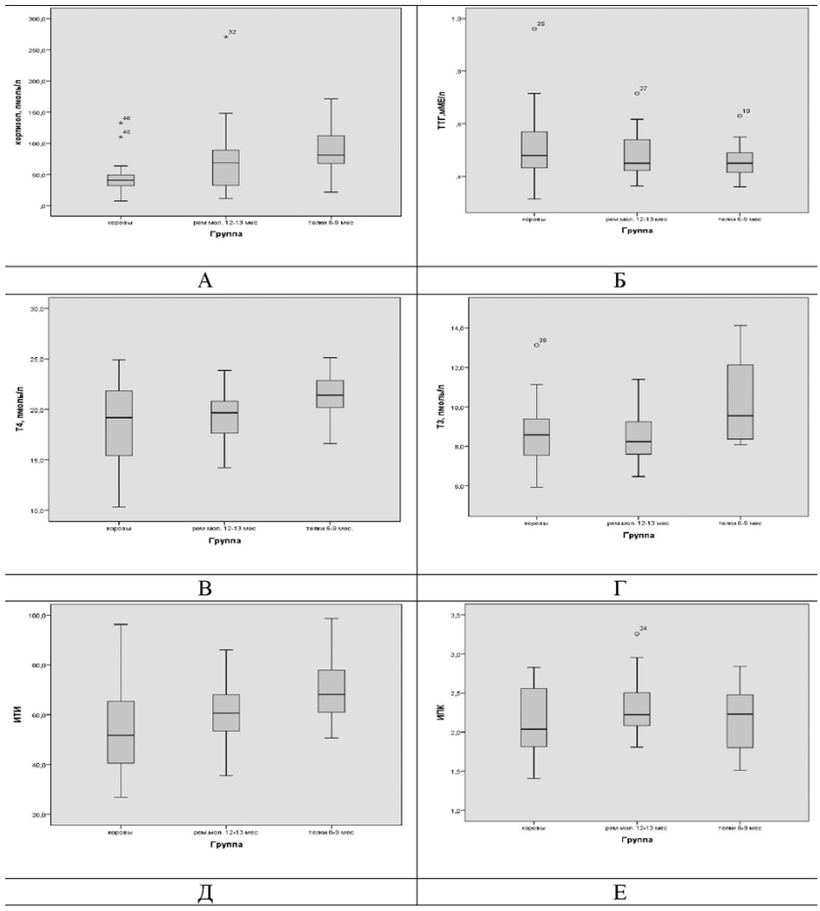


Рисунок 1. Показатели гормонов и их отношений у крупного рогатого скота в возрастной динамике. А - кортизол, Б - ТТГ , В - Т4 св. , Г - Т3 св.,
Д - ИТИ, Е - ИПК
Figure 1. Hormonal indices and their relationships in cattle in age dynamics.
A - cortisol, B - TSH, B - T4, G - T3, D - ITI, E - IPC

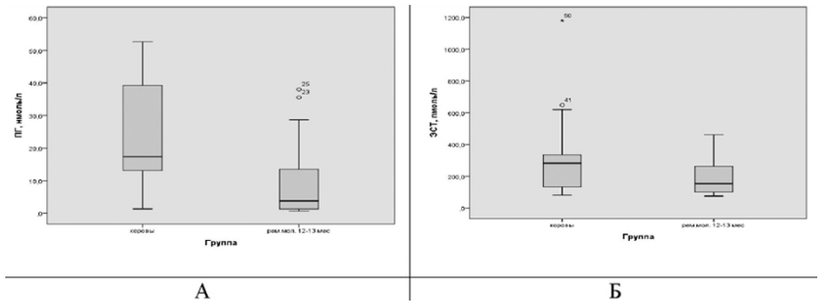


Рисунок 2. Показатели половых гормонов у ремонтного молодняка и коров. А - ПГ, Б - ЭСТ
Figure 2. Sex hormone levels in replacement young animals and cows.
A - PG, B - EST

имосвязи между гормонами у крупного рогатого скота в зависимости от возраста.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены на крупном рогатом скоте черно-пестрой голштинизированной породы, содержащихся в ОАО "Предприятие "Емельяновка" (АО ОСП АГРО), Московская область, Озерский р-н, с. Емельяновка, на трех группах животных: 1-я группа – ремонтные телки в возрасте 6–9-и месяцев (n=15), 2 группа – ремонтный молодняк в возрасте 12–13-и месяцев (n=20) и 3 группа – коровы на 3 стадии лактации (удой по предыдущей лактации около 9 000 кг) (n=15).

Для анализа гормонального статуса животных у всех групп были отобраны пробы крови утром, до кормления, из яремной вены. После инкубации в течение 1 ч при комнатной температуре образцы крови были центрифугированы при 2500 об/мин в течение 10 мин. Полученную сыворотку замораживали при температуре -20° С до дальнейшего использования.

Для определения концентрации гормонов в сыворотке крови крупного рогатого скота проводили иммуноферментный анализ (ИФА) с использованием автоматического микропланшетного фотометра Immunochem-2100 (High Technology Inc., США) и наборов реагентов фирмы "Иммунотех" (г. Москва). Исследования гормонального профиля животных были проведены в отделе кормления сельскохозяйственных животных в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2025 г.

В ходе исследований мы изучали концентрацию тиреоидных гормонов: тироксина (T_4 св.), трийодтиронина (T_3 св.), тиреотропного гормона (ТТГ) и кортизола в сыворотке крови крупного рогатого скота. У ремонтного поголовья в возрасте 12–13 месяцев, а также у коров на стадии лактации были проведены анализы для определения содержания в крови половых гормонов (прогестерон и эстрадиол). Для оценки функционального состояния щитовидной железы мы рассчитали интегральный тиреоидный индекс (ИТИ) и индекс периферической конверсии (ИПК).

Интегральный тиреоидный индекс (ИТИ) – это отношение гормонов щитовидной железы к их гипофизарному регулятору. Формула расчёта:

$$ИТИ = (T_3 \text{ св.} + T_4 \text{ св.}) / ТТГ \quad (1).$$

Индекс периферической конверсии (ИПК) – показатель тканевого превращения тироксина в его биологически более активный метаболит трийодтиронин. Формула расчёта:

$$ИПК = T_4/T_3 \quad (2).$$

После определения гормонального фона были выявлены их корреляции у крупного рогатого скота в возрастной динамике.

Высокой корреляцией считался коэффициент корреляции больше 0,69, средней – в пределах 0,3–0,69.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics,

Таблица 1. Корреляционные связи гормональных профилей ремонтного молодняка в возрасте 6-9 месяцев (n=15)
Table 1. Correlations of hormonal profiles of replacement young animals aged 6-9 months (n=15)

Показатель	Кортизол	ТТГ	T_4 св.	T_3 св.	ИТИ	ИПК
Кортизол		-0,07	0,21	0,28	0,22	-0,26
ТТГ	0,803		-0,10	-0,26	-0,81	0,21
T_4 св.	0,453	0,713		0,28	0,48	0,27
T_3 св.	0,305	0,358	0,318		0,69	-0,84
ИТИ	0,432	0,000	0,070	0,004		-0,42
ИПК	0,349	0,457	0,325	0,000	0,114	

Прим.: правый верхний угол – коэфф. корреляции, левый нижний угол - уровень достоверности

p<=	0,001	0,010	0,025	0,050	0,100	0,150	0,200	0,350	0,500	1
r>=	-1	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1

Примечание: правый верхний угол - коэффициент корреляции, левый нижний угол - уровень достоверности

Таблица 2. Корреляционные связи гормональных профилей ремонтного молодняка в возрасте 12-13 месяцев (n=20)
Table 2. Correlations of hormonal profiles of replacement young animals aged 12-13 months (n=20)

Показатель	Кортизол	ТТГ	T_4 св.	T_3 св.	ИТИ	ИПК	ПГ	ЭСТ
Кортизол		-0,13	0,41	-0,11	0,15	0,42	0,04	0,23
ТТГ	0,584		-0,27	-0,51	-0,90	0,24	-0,20	-0,31
T_4 св.	0,085	0,263		0,26	0,58	0,56	0,11	0,03
T_3 св.	0,665	0,027	0,277		0,66	-0,64	0,27	0,41
ИТИ	0,546	0,000	0,009	0,002		-0,12	0,16	0,27
ИПК	0,075	0,323	0,013	0,003	0,633		-0,17	-0,36
ПГ	0,872	0,404	0,666	0,258	0,502	0,476		0,52
ЭСТ	0,343	0,196	0,894	0,081	0,271	0,134	0,023	

Прим.: правый верхний угол - коэффициент корреляции, левый нижний угол - уровень достоверности

p<=	0,001	0,010	0,025	0,050	0,100	0,150	0,200	0,350	0,500	1
r>=	-1	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1

Примечание: правый верхний угол - коэффициент корреляции, левый нижний угол - уровень достоверности

Таблица 3. Корреляционные связи гормональных профилей у коров (n=15)
Table 3. Correlations of hormonal profiles in cows (n=15)

Показатель	Кортизол	ТТГ	T_4 св.	T_3 св.	ИТИ	ИПК	ПГ	ЭСТ
Кортизол		-0,11	0,30	0,10	0,21	0,14	-0,20	-0,22
ТТГ	0,670		-0,16	-0,02	-0,76	-0,12	-0,19	-0,11
T_4 св.	0,247	0,529		0,48	0,66	0,57	0,30	0,12
T_3 св.	0,696	0,953	0,049		0,46	-0,43	-0,20	-0,32
ИТИ	0,422	0,000	0,004	0,061		0,20	0,13	0,05
ИПК	0,595	0,652	0,017	0,087	0,435		0,56	0,47
ПГ	0,433	0,461	0,247	0,436	0,622	0,019		0,67
ЭСТ	0,390	0,673	0,645	0,206	0,855	0,059	0,003	

Прим.: правый верхний угол - коэффициент корреляции, левый нижний угол - уровень достоверности

p<=	0,001	0,010	0,025	0,050	0,100	0,150	0,200	0,350	0,500	1
r>=	-1	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1

Примечание: правый верхний угол - коэффициент корреляции, левый нижний угол - уровень достоверности

STATISTICA, version 13RU, StatSoft, Inc. При этом вычислены следующие величины: среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка (±SEM) и уровень значимости (p-value). Результаты исследований считали высокодостоверными при $p<0,001$ и достоверными при $p<0,01$ и $p<0,05$. При $p<0,1$, но $p>0,05$ – тенденция к достоверности полученных данных. При $p>0,1$ разницу считали недостоверной.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты исследований гормонального профиля крупного рогатого скота разного возраста представлены на рисунке 1 и 2. Концентрация кортизола в сыворотке крови является важным показателем, отражающим реакцию животных на стресс [3]. Этот гормон оказывает значительное влияние на все физиологические и биохимические процессы в организме, в том числе и на продуктивные качества.

Кортизол выполняет роль эндогенного ингибитора эффектов прогестерона, способствуя превращению последнего в эстрогены. Он также влияет на ферменты, которые инактивируют прогестерон, что приводит к увеличению количества рецепторов окситоцина и высвобождению простагландинов.

Самая высокая средняя концентрация кортизола в сыворотке крови была обнаружена у животных в возрасте от 6 до 9 месяцев (87,24±9,30 нмоль/л, $p\leq0,001$). С возрастом содержание этого гормона в крови снижалось и у взрослых коров составляло 45,44±3,29 нмоль/л ($p\leq0,05$). Это уменьшение концентрации кортизола с возрастом свидетельствует об адаптации организма к стрессовым ситуациям.

Наиболее активная выработка гормонов щитовидной железы наблюдалась у телят в возрасте от 6 до 9 месяцев. Концентрация T_4 св. составила 21,26±0,56 пмоль/л ($p\leq0,01$), а T_3 св. – 10,21±0,54 пмоль/л ($p\leq0,05$). С возрастом содержание этих гормонов в сыворотке крови постепенно снижалось: у телок 12–13 месяцев – до 19,37±0,54 пмоль/л ($p\leq0,01$) и у коров – до 18,44±3,85 пмоль/л для тироксина и 8,42±0,28 пмоль/л ($p\leq0,001$) и 8,75±1,80 пмоль/л – для трийдтиронина. Уровень ТТГ у крупного рогатого скота в разные возрастные периоды отличался незначительно (от 0,45 до 0,52 мМЕ/л).

P. Medica и другие ученые (2020) выявили, что в течение первых шести месяцев жизни у телят наблюдаются высокие концентрации гормонов T_3 св. и T_4 св. С возрастом содержание этих гормонов в организме постепенно снижается, что связано с пониженной ферментативной активностью и/или уменьшением метаболической нагрузки на животных. Это исследование еще раз доказывает, что динамика изменения уровня T_3 св. и T_4 св.в период роста организма зависит от множества внешних факторов. Эти гормоны играют важную роль в поддержании гомеостаза во время анаболических процессов в организме и, происходящие эндокринные изменения могут быть естественной реакцией на рост [1].

Концентрация T_4 в сыворотке крови определяется балансом между секрецией щитовидной железы и периферическим метаболизмом, который увеличивается с возрастом [1]. У телят в возрасте от 6 до 9 месяцев уровень этого гормона достигает своего максимума.

Исследования, проведённые M.C. Opazo с коллегами (2017), показали, что во второй половине лактации у коров происходит пропорциональное снижение надоев и концентрации T_3 и T_4 в сыворотке крови. Было установлено, что количество тироксина в плазме крови дойных коров ниже, чем у не лактирующих, и его уровень отрицательно коррелирует с молочной продуктивностью [16]. Низкий уровень гормонов T_3 и T_4 наблюдается в течение первых 3-х месяцев лактации [17-19].

Существенных различий по показателям ИПК не было выявлено. Они были практически одинаковыми, как у телок в возрасте от 6 до 9 месяцев, так и у коров. У ремонтного молодняка наблюдалось незначительное увеличение ИПК, которое составило 2,33±0,09. В то же время с возрастом наблюдалось уменьшение этого индекса от 70,35 ($p\leq0,01$) у телок 6–9 месяцев до 56,30 у коров.

Для успешного оплодотворения и сохранения стельности у животных крайне важно отслеживать гормональные показатели, начиная с предслучного возраста. Поэтому, при выращивании ремонтного молодняка следует уделять особое внимание уровню гормонов в сыворотке крови. Послеродовой период коров также играет важную роль в процессе интенсивного воспроизводства. В это время важно учитывать физиологическое состояние коров, так как адаптация организма представляет собой сложный процесс гормональных изменений, которые определяют дальнейшее оплодотворение и сохранение беременности.

Во время полового созревания у животных происходит воздействие половых стероидов на центральную нервную систему, что приводит к повышению секреции половых гормонов во время эструса [20]. Наиболее значимыми гормонами, участвующими в регуляции стельности и подготовке к осеменению, являются прогестерон и эстрогены [3]. По данным M. Ozgo и W.F. Skrzypczak (2000) средняя концентрация прогестерона в сыворотке крови первородящих и повторнородящих коров голштинской породы за месяц до отела составляла 3,69 нг/мл [21].

В ходе исследований половых гормонов у коров была обнаружена высокая концентрация прогестерона, которая составила 24,40±1,71 нмоль/л ($p\leq0,001$) (рис. 2). Это значение почти в 2,5 раза превышает показатели у ремонтного молодняка крупного рогатого скота.

Кроме того, содержанию эстрадиола в крови крупного рогатого скота также увеличивалось с возрастом и варьировало от 187,90 до 267,06 пмоль/л.

В ходе исследований гормональных профилей крупного рогатого скота были выявлены взаимосвязи между различными гормонами в зависимости от возраста (табл. 1–3).

Анализ корреляционных связей гормонального профиля ремонтных телок в возрасте от 6 до 9 месяцев (табл. 1) позволил обнаружить положительную среднюю статистически значимую корреляцию между ИТИ и T_3 св. ($r = 0,69$; $p>0,001$).

В ходе исследования были выявлены значимые отрицательные корреляции между ИТИ и ТТГ ($r = -0,81$; $p\leq0,001$) и между ИПК и T_3 ($r = -0,84$; $p\leq0,001$). Также была обнаружена средняя положительная корреляция между ИТИ и T_4 св ($r = 0,48$; $p>0,05$).

При оценке корреляции между гормонами щитовидной железы и половыми гормонами у ремонтного молодняка в возрасте 12–13 месяцев (табл. 2) были выявлены следующие закономерности: средняя положительная корреляция между ИТИ и T_4 ($r = 0,58$; $p > 0,05$), между ИТИ и T_3 св. ($r =0,66$; $p>0,01$) и между ПГ и ЭСТ ($r = 0,52$; $p>0,05$). Кроме того, были обнаружены значимые отрицательные корреляции между ИТИ и ТТГ ($r = - 0,90$; $p\leq0,001$) и ИПК и T_3 св. ($r = - 0,64$; $p>0,01$). Однако между другими изучаемыми показателями достоверных корреляций выявлено не было.

Во время лактации у коров наблюдались статистически значимые средние корреляционные связи между уровнем ПГ и ЭСТ ($r = 0,67$; $p>0,001$), ИТИ с T_4 св. ($r = 0,66$; $p>0,001$), T_4 св.с ИПК ($r = 0,57$; $p>0,01$), а также между ПГ с ИПК ($r = 0,56$; $p>0,01$). Коме того, наблюдалась незначительная корреляция между T_3 св. и T_4 св. ($r=0,48$; $p<0,05$). Эти результаты представлены в таблице 3.

Положительная корреляция между концентрациями T_3 и T_4 у коров свидетельствует о том, что трийодтиронин, являясь активным метаболическим гормоном, играет ключевую роль в регуляции процессов роста и энергетического обмена. Значимая отрицательная корреляция была выявлена между ИТИ и ТТГ ($r = -0,76$; $p \leq 0,001$).

Заключение

В результате проведенных исследований было установлено, что уровни гормонов в сыворотке крови крупного рогатого скота изменяются в зависимости от возраста. Полученные данные подтвердили наличие положительной корреляционной связи между гормонами в возрастной динамике: у животных всех возрастов – между ИТИ и T_4 св.; в возрасте 6–9 месяцев и 12–13 месяцев – между ИТИ и T_3 св.; в возрасте 12–13 месяцев и у коров – между ПГ и ЭСТ. Кроме того, была выявлена выраженная отрицательная корреляционная зависимость уровня ИТИ от ТТГ у животных всех исследуемых групп, а также в возрасте 6–9 месяцев и 12–13 месяцев – между ИПК и T_3 св.

Исследуемые уровни гормонов могут служить интегральными показателями состояния организма в разные физиологические периоды, поскольку играют уникальную и важную роль на разных этапах развития животного. Отклонения от стандартных физиологических уровней и моделей высвобождения гормонов могут привести к патологии, влияющей на нормальную траекторию развития и продуктивность животного.

Необходимы дальнейшие исследования гормональных профилей крупного рогатого скота разных физиологических групп, чтобы выявить корреляционные связи между гормонами и биохимическими показателями крови, а также с реализацией генетически обусловленных продуктивных качеств животных.

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Минобрнауки № 124020200032-4 (FGGN-2024-0016).

Сокращения: ТТГ – тиреотропный гормон, T_3 св. – трийодтиронин свободный, T_4 св. – тироксин свободный, ПГ – прогестерон, ЭСТ – эстрадиол, ИТИ – интегральный тиреоидный индекс, ИПК – индекс периферической конверсии.

Литература

1. Medica P. Age-related functional changes of total thyroid hormones and glycosaminoglycans in growing calves. / Medica P., Cravana C., Ferlazzo A.M., Fazio E. // Veterinary World. - 2020. - № 13 (4). - P. 681-686. doi: www.doi.org/10.14202/vetworld.2020.681-686
2. Wankhade P.R. Metabolic and immunological changes in transition dairy cows: A review. / Wankhade P.R., Manimaran A., Kumaresan A., Jeyakumar S., Ramesha K.P., Sejian V., Rajendran D., Varghese M.R. // Vet. World. - 2017. - № 10 (11). - P. 1367-1377. DOI: 10.14202/vetworld.2017.1367-1377.
3. Kurpinska A. Hormonal changes in dairy cows during periparturient period. / Kurpinska A., Skrzypczak W. // Acta Sci. Pol. Zootechnica. - 2019. - № 18 (4). - P. 13-22. DOI: 10.21005/asp.2019.18.4.02.
4. Афанасьева А.И. Характеристика функциональной активности щитовидной железы ягнят западно-сибирской мясной породы, находящихся на подсосе с овцематками с применением йодсодержащего препарата "монклавит-1". / Афанасьева А.И. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2020. - № 5 (187). - С. 78-83.
5. Еременко В.И. Динамика тиреоидных гормонов в крови нетелей при разном соотношении концентрированных и гранулированных кормов в их рационе. / Еременко В.И. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 1. - С. 82-85.
6. Seifert J. Hepatic Energy Metabolism under the Local Control of the Thyroid Hormone System. / J. Seifert, Y. Chen, W. Schoning et al. // Int. J. Mol. Sci. - 2023. - 24. - P. 4861. https://doi.org/10.3390/ijms24054861.
7. Todini L. Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors. / Todini L. // Anim. Nutr. - 2007. - № 1. - P. 997-1008.
8. Abdoun K. Correlation of blood triiodothyronine (T3) level with some production traits in male goat kids. / K. Abdoun, E. Samara, A. Okab et al. // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. - 2018. - № 42. - P. 292-295. doi:10.3906/vet-1705-6.
9. Chen Q. Elevated thyroid hormones caused by high concentrate diets participate in hepatic metabolic disorders in dairy cows. / Q. Chen, C. Wu, Z. Yao et al. // Anim. Biosci. - 2022. - V. 35 (8). - P. 1184-1194. https://doi.org/10.5713/ab.21.0397.
10. Лейкок Дж.Ф. Основы эндокринологии. / Дж.Ф. Лейкок, П.Г. Вайс / Пер. с англ. - М.: Медицина. - 2000. - 504 с.
11. Wang S. Effects of Long-Term Cold Stress on Growth Performance, Behavior, Physiological Parameters, and Energy Metabolism in Growing Beef Cattle / S. Wang, Q. Li, J. Peng et al. // Animals. - 2023. - V. 13 (10). - P. 1619. https://doi.org/10.3390/ani13101619.
12. Rensis F.D. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow - a review. / F.D. Rensis, R.J. Scaramuzzi // Theriogenology. - 2003. - V. 60, № 6. - P. 1139-1151. https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00126-2.
13. Tao S. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. / S. Tao, R.M. Orella Rivas, T.N. Marins et al. // Theriogenology. - 2020. - V. 150. - P. 437-444. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.048.
14. Correa-Calderonon A. Heat stress in dairy cattle with emphasis on milk production and feed and water intake habits. Review. / A. Correa-Calderonon, L. Avendano-Reyes, M.A. Lopes-Baca // Rev. Mex. Cienc. Pecu (online). - 2022. - V. 13, № 2. - P. 488-509. https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5832.
15. Cartwright S.L. Impact of heat stress on dairy cattle and selection strategies for thermotolerance: a review. / S.L. Cartwright, J. Schmied, N. Karrow et al. // Front. Vet. Sci. - 2023. - V. 10. - P. 198697. doi: 10.3389/fvets.2023.1198697.
16. Opazo M.C. Imprinting of maternal thyroid hormones in the offspring. / M.C. Opazo, H. Haensgen, K. Bohmwald et al. // Int. Rev. Immunol. - 2017. - № 36 (4). - P. 240-255. Doi: 10.1080/08830185.2016.1277216.
17. Klimiene I. Metabolic changes of thyroid hormones in cattle. / I. Klimiene, R. Mockeliunas, V. Spakauskas et al. // Veterinarija ir Zootechnika. - 2008. - № 42 (64). - P. 3-13.
18. Djokovic R. Relationship between blood metabolic hormones, metabolites and energy balance in Simmental dairy cows during peripartum period and lactation. / R. Djokovic, M. Cincovic, B. Belic et al. // Pak. Vet. J. - 2015. - № 35 (2). - P. 163-167.
19. Прохоров И.П. Динамика гормонального статуса молодняка симментальской породы в условиях различных систем содержания. / И.П. Прохоров, М.М. Эртуев, А.Н. Пикуль, В.Н. Лукьянов // Известия ТСХА. - 2022. - № 2. - С. 100-108. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-2-100-108.
20. Desrivieres S. Comparative proteomic analysis of proliferating and functionally differentiated mammary epithelial cells. / S. Desrivieres, T. Prinz, T. Castro-Palomino et al. // Moll. Cell. Proteomics. - 2003. - № 2. - P. 1039-1054. DOI: 10.1074/mcp.M300032-MCP200.
21. Ozgo M. Preliminary studies on progesterone contribution in water-electrolyte balance regulation in cows in perinatal period. / M. Ozgo, W.F. Skrzypczak // 51th Annual Meeting of the EAAP (Hague). - 2000. - P. 137-137. DOI:10.1163/9789004683792_275.

References

4. Afanas`eva A.I. Xarakteristika funkcional`noj aktivnosti shhitovidnoj zhelezy` yagnyat zapadno-sibirskoj myasnoj porody`, naxodyashhixsya na podsose s ovcematkami s primeneniem jodsoderzhashhego preparata "monklavit-1". / Afanas`eva A.I. // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2020. - № 5 (187). - S. 78-83.
5. Eremenko V.I. Dinamika tireoidny`x gormonov v krovi netelej pri raznom sootnoshenii koncentrirovanny`x i granulirovanny`x kormov v ix racione. / Eremenko V.I. // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. - 2020. - № 1. - S. 82-85.
10. Lejkok Dzh.F. Osnovy` e`ndokrinologii. / Dzh.F. Lejkok, P.G. Vajs / Per. s angl. - M.: Medicina. - 2000. - 504 s.
19. 19. Proxorov I.P. Dinamika gormonal`nogo statusa molodnyaka simmental`skoj porody` v usloviyax razlichny`x sistem soderzhaniya. / I.P. Proxorov, M.M. E`rtuev, A.N. Pikul`, V.N. Luk`yanov // Izvestiya TSXA. - 2022. - № 2. - S. 100-108. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-2-100-108.

Для цитирования / For citation

Новгородова И.П. Уровень и взаимосвязь гормонов у молочного скота в возрастной динамике. / И.П. Новгородова, Р.В. Некрасов // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.99–103.

Novgorodova I.P. Uro ven' i vzaimosvyaz' gormonov u molochnogo skota v vozrastnoy dinamike. / I.P. Novgorodova, R.V. Nekrasov // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.99–103.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-23

УДК 619:615.4 / 639.212

Влияние препарата рутацирин на биохимические показатели крови осетровых рыб в условиях повышения температуры водной среды

[1]**Пархоменко С. А.,** аспирант, forjob230@yandex.ru
[1]**Кузьминова Е. В.,** доктор ветеринарных наук, доцент, главный научный сотрудник отдела фармакологии, niva1430@mail.ru
[1]**Абрамов А. А.,** кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник отдела фармакологии, labfarm2017@mail.ru
[1]**Долгов Е. П.,** кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела фармакологии, edolgov93@mail.ru
[2]**Максим Е.А.,** кандидат биологических наук, руководитель Инновационно-технологического центра аквакультуры, eisk.osetr@mail.ru
[1]ФГБНУ "Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии", г. Краснодар
[2]ФГБОУ ВО "Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина", г. Краснодар

Ключевые слова: препарат рутацирин, осетровая рыба, стерлядь, биохимические показатели крови, температура воды.

Резюме. Представленное исследование посвящено актуальной проблеме адаптации осетровых рыб к повышенным температурам водной среды в условиях глобального потепления. В работе изучается влияние препарата рутацирин на биохимические показатели крови стерляди при моделировании теплового стресса. Исследование проводилось на базе Адыгейского осетрово-рыбоводного завода и Инновационного центра аквакультуры Кубанского государственного аграрного университета. Эксперимент включал 60-дневный период кормления с добавлением препарата и последующее моделирование острого теплового стресса путем повышения температуры воды до критических отметок. В ходе исследования установлено, что при критическом повышении температуры в организме рыб происходят существенные биохимические изменения: снижается уровень общего белка, повышается концентрация мочевины и креатинина, возрастает уровень глюкозы. Препарат рутацирин, содержащий таурин, рутозид, L-теанин и этилметилгидроксипиридина сукцинат, продемонстрировал выраженный защитный эффект. Применение препарата позволило значительно смягчить негативные последствия теплового стресса: снизить отклонение показателей общего белка, мочевины, креатинина и глюкозы от нормы, улучшить параметры минерального обмена и уменьшить активность аминотрансфераз в крови рыб. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования рутацирина в аквакультуре как средства повышения термоустойчивости осетровых рыб. Исследование вносит существенный вклад в разработку адаптационных стратегий для рыбоводческих хозяйств в условиях меняющегося климата и представляет практический интерес для развития современных технологий аквакультуры.

Effect of rutacirin on sturgeon blood biochemical parameters under increasing water temperature

[1]**Parkhomenko S.A.,** [1]**Kuzminova E.V.,** [1]**Abramov A.A.,** [1]**Dolgov E.P.,** [2]**Maksim E.A.**
[1]Krasnodar Scientific Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar
[2]Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar

Key words: rutacirin, sturgeon, sterlet, blood biochemical parameters, water temperature

Abstract. The presented study is devoted to the urgent problem of adaptation of sturgeon fish to elevated temperatures of the aquatic environment under conditions of global warming. The work studies the effect of the drug rutatsirin on the biochemical parameters of sterlet blood when modeling heat stress. The study was conducted on the basis of the Adyghe sturgeon and fish hatchery and the Innovation Center for Aquaculture of the Kuban State Agrarian University. The experiment included a 60-day period of feeding with the addition of the drug and subsequent modeling of acute heat stress by increasing the water temperature to critical levels. The study established that with a critical increase in temperature, significant biochemical changes occur in the fish's body: the level of total protein decreases, the concentration of urea and creatinine increases, and the level of glucose increases. The drug rutacirin, containing taurine, rutoside, L-theanine and ethylmethylhydroxypyridine succinate, demonstrated a pronounced protective effect. The use of the drug made it possible to significantly mitigate the negative consequences of heat stress: reduce the deviation of total protein, urea, creatinine and glucose from the norm, improve mineral metabolism parameters and reduce the activity of aminotransferases in the blood of fish. The results obtained indicate the prospects of using rutatsirin in aquaculture as a means of increasing the thermal resistance of sturgeon fish. The study makes a significant contribution to the development of adaptation strategies for fish farms in a changing climate and is of practical interest for the development of modern aquaculture technologies.

Введение

В современных условиях проблема глобального потепления становится одним из приоритетных направлений междисциплинарных исследований [1-4, 6]. Климатические изменения проявляются через комплекс взаимосвязанных индикаторов, включая повышение глобальной температуры, изменение гидрологического режима, трансформацию морских экосистем и увеличение частоты экстремальных погодных явлений [2, 10, 15].

Аквакультурная отрасль особенно уязвима к климатическим изменениям, поскольку водные биоресурсы напрямую зависят от температурных условий среды обитания [1, 5, 7, 11]. Рыбы как эктотермные организмы характеризуются полной зависимостью физиологических процессов от температуры окружающей воды [5, 11, 18]. Исследования показывают, что повышение температуры воды оказывает комплексное негативное влияние на морфогенез рыб, метаболические процессы, иммунный статус, пищевое поведение и репродуктивную функцию.

Летняя смертность рыб в аквакультурных хозяйствах приобретает характер масштабной экономической проблемы, требующей разработки инновационных решений [9, 19, 20]. Современные исследования акцентируют внимание на необходимости создания адаптационных стратегий для рыб, включающих селекционные программы, фармакологические подходы, технологические инновации и экосистемные решения.

Анализ научной литературы демонстрирует, что ключевыми направлениями исследований являются изучение физиологической адаптации рыб к повышенным температурам [1, 11, 12, 18], разработка методов повышения термоустойчивости [13, 19, 21], исследование влияния температурных стрессов на иммунную систему [10, 14], оценка экономических последствий климатических изменений для аквакультуры [5, 15] и создание адаптивных технологий содержания рыб [16, 21]. Важное значение имеют также исследования морских промыслов в условиях климатических изменений [8, 17], изучение физиологии рыб в меняющемся мире [10, 11, 18], вопросы управления аквакультурой при изменении климата [19], исследование термоустойчивости рыб [19, 20] и разработка адаптивных стратегий в аквакультуре [21].

В отделе фармакологии ФГБНУ КНЦЗВ разработан препарат рутацирин, предназначенный для повышения устойчивости рыб в аквакультуре к тепловому стрессу. В рамках фармакологической разработки рутацирина нами проведено исследование влияния применения препарата на показатели гомеостаза стерляди в условиях экстремальных температур.

Цель работы – изучить влияние препарата рутацирин на биохимические показатели крови осетровых рыб в критических условиях повышения температуры водной среды.

Материал и методы исследований

Исследуемый препарат рутацирин содержит в составе в масс. %: таурин – 38; рутозид – 30; L-теанин – 20; этилметилгидроксипиридина сукцинат – 12. Препарат относится к сложным порошкам, имеет светло-зеленый цвет и не обладает запахом. Рутацирин относится к малоопасным веществам (4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76).

Экспериментальная работа осуществлялась на базе Адыгейского осетрово-рыбоводного завода и лаборатории инновационно-технологического центра аквакультуры Кубанского государственного аграрного университета в период с июля по ноябрь 2024 года.

В исследовании использована стерлядь со средней массой тела 1464,06±118,4 грамма. Общая численность исследуемой популяции составила 200 особей, которые были разделены на две основные группы по 100 особей каждая.

В ходе исследования применялась традиционная технология кормления осетровых рыб полнорационными комбикормами "mix-line", соответствующими возрастным и физиологическим потребностям исследуемого вида. Особое внимание уделялось экспериментальной группе, в рацион которой был включен препарат рутацирин в количестве 4% от массы сырья, что обеспечивало суточную дозу 1,2 г на 1

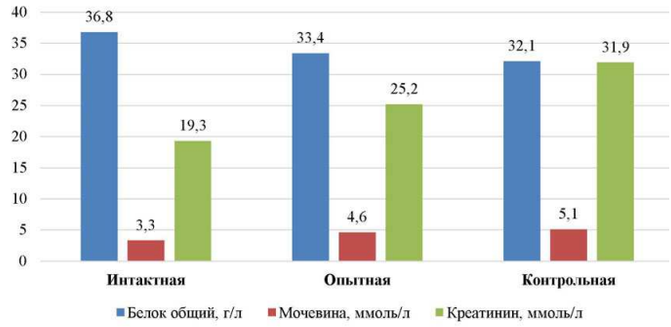


Рисунок 1. Влияние препарата рутацирин на показатели белкового обмена в крови стерляди при повышении температуры водной среды (n=10)
Figure 1. The effect of the drug rutacirin on protein metabolism indices in the blood of sterlet with increasing water temperature (n=10)

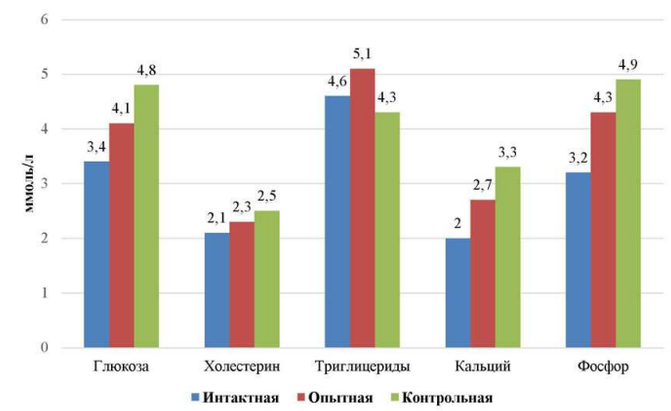


Рисунок 2. Влияние препарата рутацирин на показатели углеводного, липидного и минерального обменов в крови стерляди при повышении температуры водной среды (n=10)
Figure 2. The effect of the drug rutacirin on the indices of carbohydrate, lipid and mineral metabolism in the blood of sterlet with an increase in the temperature of the aquatic environment (n=10)

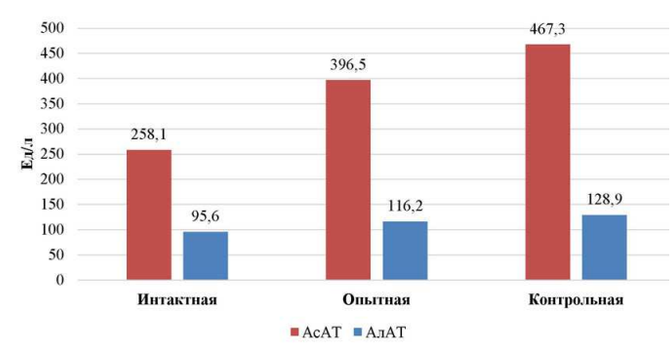


Рисунок 3. Влияние препарата рутацирин на активность аминотрансфераз в крови стерляди при повышении температуры водной среды (n=10)
Figure 3. The effect of the drug rutacirin on the activity of aminotransferases in the blood of sterlet with an increase in the temperature of the aquatic environment (n=10)

кг ихтиомассы. Данный режим кормления поддерживался на протяжении 60-дневного периода. Контрольная группа получала идентичный рацион без добавления исследуемого препарата.

По завершении основного этапа эксперимента было проведено моделирование острого теплового стресса. Для этого были отобраны 30 особей: 10 из опытной группы и 20 из контрольной. 10 контрольных особей не были подвергнуты тепловому стрессу и оставались интактными. Эксперимент осуществлялся в специализированных аквариумах объемом 250 литров, оснащенных системой терморегуляции и аэрации.

Методика воспроизведения теплового стресса предусматривала постепенное повышение температуры воды с оптимальных +22°С до критических +30°С со скоростью 5,3°С в час. Продолжительность экспозиции составила 90 минут при непрерывной аэрации. После завершения гипертермического воздействия осуществлялся забор крови для биохимических исследований из хвостовой артерии с соблюдением правил асептики при помощи вакуумной системы Improvacuter (Германия). У интактных особей забор крови производился в аналогичный временной период для получения контрольных показателей. Биохимические исследования крови стерляди проводили в отделе фармакологии Краснодарского НИВИ на автоматизированном анализаторе Vitalab Flexor. Результаты биохимических исследований крови были обработаны стандартными методами вариационной статистики. Для описания свойств вариационного ряда использовано среднее арифметическое (М) и стандартная ошибка (m). Для оценки достоверности различий использован t-критерий Стьюдента. Уровень различий учитывался при $p \leq 0,05$.

Результаты исследований

В результате проведенных биохимических исследований установлено, что в результате повышения температуры водной среды до критических значений в крови стерляди относительно интактной рыбы значительно изменяются показатели белкового обмена (рисунок 1).

Так, в контрольной группе относительно интактной рыбы зарегистрировано снижение содержания общего белка, составившее 18,2 % (32,1±4,32 г/л против 36,8±1,44 г/л). Подобные изменения можно объяснить тем, что критически высокая температура может вызвать денатурацию белков в организме рыбы, также в этих условиях организму приходится тратить больше энергии на поддержание внутренних процессов, а не на синтез новых белков.

В концентрации мочевины и креатинина, наоборот, зарегистрированы более высокие значения у рыбы, испытавшей острое гипертермирование относительно интактных особей: по мочевине достоверная разница ($p \leq 0,01$) между контрольной и интактной группой составила 54,5 % (5,1±0,23 ммоль/л против 3,3±0,15 ммоль/л); по креатинину – 65,2 % при $p \leq 0,05$ (31,9±2,56 ммоль/л против 19,3±1,84 ммоль/л). Мочевина является конечным продуктом белкового обмена, а креатинин, в свою очередь, образуется вследствие дефосфорилирования креатинфосфата, который является высокоэнергетическим резервом мышечной ткани. Концентрации этих метаболитов в крови рыб являются важными индикаторами функциональной активности почек и общего состояния метаболических процессов в организме. Повышение данных биохимических показателей у рыб, как и у других животных, чаще всего связано с нарушением функции почек и интенсивным катаболизмом белка.

Превентивное применение препарата рутацирин осетровым рыбам при критическом повышении температуры водной среды оказывает оптимизирующее влияние на показатели белкового обмена в крови стерляди. Установленные значения общего белка, мочевины и креатинина хотя и не достигали концентраций у интактной рыбы, но были значительно к ним ближе по сравнению с группой контроля. При расчете разница между опытной и контрольной стерлядью составила: по общему белку 4,1 %; по мочевине – 9,8 % ($p \leq 0,05$); по креатинину – 21,1 % ($p \leq 0,001$).

Из данных, приведенных на рисунке 2, видно, что у стерляди контрольной группы относительно интактных аналогов зарегистрировано статистически значимое ($p \leq 0,01$) повышение уровня глюкозы – на 41,2 % (4,8±0,65 ммоль/л против 3,4±0,43 ммоль/л).

Возможно, при воздействии экстремальных температурных условий близких к летальным значениям, у рыбы может повышаться уровень глюкозы в крови, что является частью комплексной стрессовой реакции организма. При стрессорном воздействии происходит выброс гормонов, таких как адреналин и кортизол, что приводит к активированию процессов гликогенолиза и глюконеогенеза. Эти метаболические пути направлены на мобилизацию энергетических резервов, включая гликоген, для обеспечения адекватного энергетического снабжения организма в условиях стресса. Адаптогенное действие препарата рутацирин обуславливает более низкие концентрации глюкозы в крови рыбы в условиях острого теплового стресса – разница между опытной и контрольной стерлядью составила 4,65 %.

В показателях липидного обмена – холестерина и триглицеридов выраженных изменений между группами не выявлено. А оценка концентраций кальция и фосфора в сыворотке крови стерляди показала разницу между интактной рыбой и подвергнутой острому гипертермическому воздействию. Так, по общему кальцию достоверная разница ($p \leq 0,05$) между контрольной и интактной группой составила 1,6 раз (3,3±0,21 ммоль/л против 2,0±0,14 ммоль/л), а по неорганическому фосфору – 1,5 раза при $p \leq 0,01$ (3,2±0,33 ммоль/л против 4,9±0,45 ммоль/л).

Нахождение рыбы в условиях критически высоких температур водной среды может вызывать рабдомиолиз, который представляет собой патологическое состояние, характеризующееся деструкцией мышечной ткани, что приводит к повреждению клеточных мембран и последующему высвобождению внутриклеточного содержимого в системный кровоток. Одним из ключевых патофизиологических механизмов рабдомиолиза является массивное высвобождение кальция и фосфатов из поврежденных миоцитов в кровеносное русло, проводящее к увеличению концентрации этих метаболитов в плазме крови.

Полученные данные указывают на положительный эффект препарата рутацирин в отношении организма рыбы, подвергнутой острому гипертермическому воздействию, что проявилось улучшением биохимических показателей сыворотке крови, отражающих минеральный обмен. Так, зарегистрированы более низкие значения показателей в опытной группе при разнице с контролем по общему кальцию 18,2 % ($p \leq 0,05$) и по неорганическому фосфору – 12,3 %. Результаты оценки активности аминотрансфераз в сыворотке крови стерляди при повышении температуры водной среды представлены на рисунке 3.

При воздействии экстремально высокой температуры на организм клетки печени, как и других органов, могут повреждаться. Аланинаминотрансфераза (АлАТ), являясь ключевым внутриклеточным ферментом гепатоцитов, при их повреждении или некрозе высвобождается в системный кровоток. Этот процесс приводит к увеличению активности фермента в сыворотке крови, что служит важным биомаркером патологических изменений в печени. Аспартатаминотрансфераза (АсАТ) сосредоточена не только в печени,

но и в сердце, мышечной ткани, головном мозге и др. На фоне острого гипертермирования при повреждении клеточных мембран также происходит активное высвобождение данного энзима в системный кровоток. Эти позиции нашли подтверждение в проведенных нами исследованиях, которыми установлено повышение уровня аминотрансфераз в сыворотке крови стерляди, находящейся в условиях критически высоких температур водной среды. При расчете установлено, что контрольной группе относительно интактных аналогов увеличение составило по АлАТ – 34,8 % (p?0,01) и по АсАТ – в 1,8 раз ($p \leq 0,05$). Превентивное фармакологическое воздействие на рыбу препаратом рутацирин позволило значительно снизить активность аминотрансфераз в сыворотке крови при разнице с контролем по АлАТ – 9,8 % и по АсАТ – 15,2 % ($p \leq 0,05$).

Заключение

Рутацирин эффективен в качестве средства, повышающего устойчивость организма рыбы к повышенным температурам и может применяться в рыбоводстве при выращивании и разведении.

По полученным результатам эффект препарата выражен в сохранении нормального белкового обмена по показателям общего белка, мочевины и креатинина, снижении стрессовой гипергликемии, поддержании обмена кальция и фосфора, уменьшении повреждения мембран гепатоцитов и миоцитов, поддержании функционала печени и почек и гомеостаза организма стерляди в целом в условиях экстремально повышенных температур воды.

Эти данные свидетельствуют о потенциале рутацирина как эффективного средства для повышения термоустойчивости рыб в условиях климатических изменений, что является важным шагом в разработке адаптационных стратегий для аквакультурной отрасли.

В настоящее время нами проводятся более расширенные исследования, позволяющие всесторонне оценить эффект препарата рутацирин при выращивании рыбы для разработки наиболее рационального способа применения и интеграции его использования в аквакультуре.

Литература

1. Васильев Н.Н. Адаптация рыб к изменяющимся условиям среды. / Н.Н. Васильев. - М.: Агропромиздат, 2023. - 167 с.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). 2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cc.voeikovmgo.ru/images/sobytiya/2025/04/Doklad_o_klimate_RF_2024_with_cover.pdf (Дата обращения 01.10.2025).
3. Иванов П.С. Климатические изменения и их влияние на биоресурсы. / П.С. Иванов. - М.: Наука, 2023. - 214 с.
4. Инсаров Г. Э., Мендес К. Л., Семенов С. М., Янда П. З. (2020). Концепция риска и визуализация его изменений в докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата. / Г.Э. Инсаров, К.Л. Мендес, С.М. Семенов, П.З. Янда // Фундаментальная и прикладная климатология. - 2020. - Т. 2. - С. 6-34. DOI: 10.21513/2410-8758-2020-2-06-34.
5. Карасева А.Ю. Климатические риски и их последствия для развития аквакультуры. / А.Ю. Карасева, Е.А. Байдук, С.Н. Попова, И.В. Ткачева. // Биоразнообразие, состояние и динамика природных и антропогенных экосистем России: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, 2022. - С. 125-129.
6. Кузьминова Е.В. Проблема теплового стресса в молочном животноводстве. / Е.В. Кузьминова, М.П. Семененко, А.А. Абрамов и др. // Ветеринария Кубани. - 2020. - № 3. - С. 10-11. DOI: https://doi.org/10.33861/2071-8020-2020-3-10-11
7. Логинов Л.С. Влияние гипертермического стресса на физиологические и морфологические показатели карпа Cyprinus carpio L. / Л.С. Логинов, А.С. Мамонова, А.В. Бригида // Ветеринария и кормление. - 2024. - №2. - С.53-56.
8. Макаров И.А. Влияние изменения климата на экономику России: рейтинг регионов по необходимости адаптации. / И.А. Макаров, А.В. Чернокульский // Журнал Новой экономической ассоциации. - 2023. - № 4 (61). - С. 145-202. - DOI 10.31737/22212264_2023_4_145-202.
9. Михайлов В.О. Экономические аспекты аквакультуры в эпоху потепления. / В.О. Михайлов. - М.: Экономика, 2023. - 198 с.
10. Петров А.В. Глобальное потепление: последствия для аквакультуры. / А.В. Петров, М.К. Сидоров. - СПб.: Гидрометеоиздат, 2024. - 189 с.
11. Соколова Е.А. Физиология рыб в условиях климатических изменений. / Е.А. Соколова. - Владивосток: Дальнаука, 2024. - 234 с.
12. Anderson J. Climate Change Impacts on Fisheries. / J. Anderson - Springer, 2023. - 321 p.
13. Brown R. Fish Adaptation Strategies. / R. Brown, L. Smith. - Elsevier, 2024. - 289 p.
14. Johnson M. Temperature Stress in Aquaculture. / M. Johnson. - Wiley, 2023. - 256 p.
15. Williams H. Economic Implications of Climate Change for Fisheries. / H. Williams. - Cambridge University Press, 2024. - 312 p.
16. Davis T. Adaptive Technologies in Aquaculture. / T. Davis. - Springer, 2023. - 298 p.
17. Harris R. Marine Fisheries and Climate Change. / R. Harris, S. Thompson. - Oxford University Press, 2024. - 345 p.
18. Martinez L. Fish Physiology in a Warming World. / L. Martinez. - Academic Press, 2023. - 276 p.
19. Roberts P. Aquaculture Management under Climate Change. / P. Roberts. - Springer, 2024. - 301 p.
20. Wilson K. Thermal Tolerance in Fish. / K. Wilson. - Wiley, 2023. - 267 p.
21. Young M. Adaptive Strategies in Aquaculture. / M. Young. - Elsevier, 2024. - 315 p.

References

1. Vasil`ev N.N. Adaptaciya ry`b k izmenyayushhimsya usloviyam sredy`. / N.N. Vasil`ev. - M.: Agropromizdat, 2023. - 167 s.
2. Doklad ob osobennostyax klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2024 god Federal`naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushhej sredy` (Rosgidromet). 2025. [E`lektronny`j resurs]. Rezhim dostupa: https://cc.voeikovmgo.ru/images/sobytiya/2025/04/Doklad_o_klimate_RF_2024_with_cover.pdf (Data obrashheniya 01.10.2025).
3. Ivanov P.S. Klimaticheskie izmeneniya i ix vliyanie na bioresursy`. / P.S. Ivanov. - M.: Nauka, 2023. - 214 s.
4. Insarov G. E`., Mendes K. L., Semenov S. M., Yanda P. Z. (2020). Koncepciya riska i vizualizaciya ego izmenenij v dokladax Mezhpravitel`stvennoj gruppy` e`kspertov po izmeneniyu klimata. / G.E`. Insarov, K.L. Mendes, S.M. Semenov, P.Z. Yanda // Fundamental`naya i prikladnaya klimatologiya. - 2020. - T. 2. - S. 6-34. DOI: 10.21513/2410-8758-2020-2-06-34.
5. Karaseva A.Yu. Klimaticheskie riski i ix posledstviya dlya razvitiya akvakul`tury`. / A.Yu. Karaseva, E.A. Bajduk, S.N. Popova, I.V. Tkacheva. // Bioraznoobrazie, sostoyanie i dinamika prirodny`x i antropogenny`x e`kosistem Rossii: Materialy` II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Amurskij gumanitarno-pedagogicheskij gosudarstvenny`j universitet, 2022. - S. 125-129.
6. Kuz`minova E.V. Problema teplovogo stressa v molochnom zhivotnovodstve. / E.V. Kuz`minova, M.P. Semenenko, A.A. Abramov i dr. // Veterinariya Kubani. - 2020. - № 3. - S. 10-11. DOI: https://doi.org/10.33861/2071-8020-2020-3-10-11
7. Loginov L.S. Vliyanie gipertermicheskogo stressa na fiziologicheskie i morfologicheskie pokazateli karpa Cyprinus carpio L. / L.S. Loginov, A.S. Mamonova, A.V. Brigida // Veterinariya i kormlenie. - 2024. - №2. - S.53-56.
8. Makarov I.A. Vliyanie izmeneniya klimata na e`konomiku Rossii: rejting regionov po neobxodimosti adaptacii. / I.A. Makarov, A.V. Chernokul`skij // Zhurnal Novoj e`konomicheskoj associacii. - 2023. - № 4 (61). - S. 145-202. - DOI 10.31737/22212264_2023_4_145-202.
9. Mixajlov V.O. E`konomicheskie aspekty` akvakul`tury` v e`poxu potepleniya. / V.O. Mixajlov. - M.: E`konomika, 2023. - 198 s.
10. Petrov A.V. Global`noe poteplenie: posledstviya dlya akvakul`tury`. / A.V. Petrov, M.K. Sidorov. - SPb.: Gidrometeoizdat, 2024. - 189 s.
11. Sokolova E.A. Fiziologiya ry`b v usloviyax klimaticheskix izmenenij. / E.A. Sokolova. - Vladivostok: Dal`nauka, 2024. - 234 s.

Для цитирования For citation

Пархоменко С.А. Влияние препарата рутацирин на биохимические показатели крови осетровых рыб в условиях повышения температуры водной среды/ / С.А. Пархоменко, Е.В. Кузьминова, Е.А. Максим, А.А. Абрамов, Е.П. Долгов // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.104–107.

Parkhomenko S.A. The effect of the drug rutacirin on the biochemical parameters of the blood of sturgeon fish under conditions of increasing water temperature/ / S.A. Parkhomenko, E.V. Kuzminova, E.A. Maxim, A.A. Abramov, E.P. Dolgov // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.104–107.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-24

УДК 619:616:591.4:636.2:616.36

Взаимосвязь экспрессии НО-1 в печени коров с ее морфологическими изменениями в контексте продуктивного долголетия

Петрова И.М., лаборант, marygane6@mail.ru
Хацко С.Л., лаборант, hardscore@mail.ru
Зайцева О.С., кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, bodrova-zaizeva@mail.ru
Дроздова Л.И., доктор ветеринарных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, drozdova43@mail.ru
Шкуратова И.А., член-корреспондент РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, shkuratova@bk.ru
ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург

Ключевые слова: гемоксигеназа-1 (НО-1), гепатоциты, печень, коровы, жировая дистрофия печени.

Резюме. Печень коров крайне подвержена воздействию факторов промышленного содержания, что проявляется развитием различных гепатопатий, оказывающих системное действие на организм. В целом, частота патологий печени у коров ежегодно растет, что, вероятно, связано с интенсификацией животноводства. Из-за высокой метаболической нагрузки в связи с лактацией печень претерпевает значительные морфологические и функциональные изменения. Деструктивные изменения печени при развитии патологических процессов широко освещены в литературе, однако изучение аспектов взаимосвязи нарушений с деятельностью ферментных систем или цитокиновых сетей для крупного рогатого скота еще предстоит. Цель исследования – определить взаимосвязь экспрессии фермента системы антиоксидантной защиты НО-1 в печени коров с ее морфологическими изменениями в контексте продуктивного долголетия. Работу выполняли в ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Проводили морфологическое исследование образцов печени коров двух возрастных групп: 3–5 лет (n=5) и 6–8 лет (n=5). Использовали стандартные методы гистотехники с окрашиванием препаратов гематоксилином и эозином, а также по Маллори. Проводили иммуногистохимическое исследование образцов с антителами к НО-1. При проведении морфологического исследования выявили, что развитие деструктивных процессов в печени коров после лактации сопровождаются разрастанием соединительнотканных структур и микроциркуляторными сдвигами, дистрофией гепатоцитов, носящими очаговый характер. В ходе исследования выявлено, что жировое перерождение паренхимы печени начинает проявляться у коров в возрасте 3–5 лет, а к возрасту 6–8 лет развивается уже тотальная жировая дистрофия печени, сопровождающаяся стойкими нарушениями кровообращения и воспалительными реакциями. Обнаруженные изменения ассоциированы с высокой экспрессией НО-1 в макрофагах печени у взрослых животных, вероятно, связанной с протекторной ролью фермента. Необходимо дальнейшее изучение взаимосвязи деструктивных процессов в органах сельскохозяйственных животных с экспрессией ферментов антиоксидантной защиты организма, что позволит разработать подходы, направленные на раннюю коррекцию развития различных патологий.

The relationship between HO-1 expression in the bovine liver and its morphological changes in the context of productive longevity

Petrova I.M., Hatsko S. L., Zaitseva O.S., Drozdova L.I., Shkuratova I.A.
FSBSI Ural Federal Agrarian Scientific Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg

Key words: heme oxygenase-1 (HO-1), hepatocytes, liver, cows, hepatic steatosis, fatty liver disease

Abstract. The liver of dairy cows is highly susceptible to the impact of intensive farming conditions, which manifests in the development of various hepatopathies exerting systemic effects on the organism. Overall, the incidence of hepatic pathologies in cows increases annually, which is likely associated with the intensification of livestock production. Due to the high metabolic load associated with lactation, the liver undergoes significant morphological and functional changes. Destructive changes in the liver during the development of pathological processes are well-documented in the literature; however, the study of the relationship between these disturbances and the activity of enzymatic systems or cytokine networks in cattle remains insufficient. The aim of this study was to determine the relationship between the expression of the antioxidant defense system enzyme HO-1 in the bovine liver and its morphological changes in the context of productive longevity. The work was carried out at the FSBSI UrFASRC, UrB of RAS. A morphological study was performed on liver samples from cows of two age groups: 3–5 years (n=5) and 6–8 years (n=5). Standard histotechnical methods were used, including staining with hematoxylin and eosin, as well as Mallory's trichrome stain. An immunohistochemical study of samples was conducted using antibodies against HO-1. The morphological investigation revealed that the development of destructive processes in the liver of cows after lactation is accompanied by the proliferation of connective tissue structures and microcirculatory disturbances, as well as focal dystrophy of hepatocytes. The study found that fatty degeneration of the hepatic parenchyma begins to manifest in cows aged 3–5 years, and by the age of 6–8 years, total fatty liver dystrophy develops, accompanied by persistent circulatory disorders and inflammatory

reactions. The observed changes are associated with high expression of HO-1 in liver macrophages of adult animals, likely related to the enzyme's protective role. Further research into the relationship between destructive processes in the organs of farm animals and the expression of antioxidant defense enzymes is necessary. This will enable the development of approaches aimed at the early-stage correction of various pathologies.

Введение

У коров в период интенсивного раздоя наблюдаются нарушения углеводного, липидного, белкового, минерального обмена и кислотно-щелочного равновесия, постепенно вызывающие дистрофические изменения в печени. При жировом гепатозе (стеатоз печени, ожирение печени, жировая дистрофия печени) наблюдается повышенное накопление жира в гепатоцитах [1]. На микроскопическом уровне жировой гепатоз представлен в виде цитоплазматических липидных вакуолей различных размеров в гепатоцитах, смещающих ядро и другие клеточные компоненты [2].

Было показано, что степень риска развития жировой дистрофии печени коррелирует с количеством отелов у коровы: у группы коров со средним возрастом 6,2 года она более выражена по сравнению с группой коров возраста 4,4 года [3]. В связи с длительным отрицательным метаболическим балансом коровы с большим количеством отелов вовлекают в метаболизм большее количество жира в организме, что приводит к повышенному уровню свободных жирных кислот в крови и более длительному перенасыщению печени триглицеридами [4].

Основными факторами развития дистрофии печени у коров являются погрешности в содержании и кормлении. Например, нарушение структуры рациона, в котором содержание жира и протеина избыточно, а количество клетчатки, легкоперевариваемых углеводов, витаминов и минеральных веществ недостаточно [1].

При патоморфологическом исследовании тканей и органов коров инцидентность дистрофии печени варьирует: 79,6 % [1], 53,6 % [5], 66 % для фризской породы [6] и более 50 % для голштинских коров [7]. В целом, число коров с патологиями печени ежегодно растет, что, вероятно, связано с интенсификацией животноводства [8].

Развитие патологических процессов в печени приводит к изменению биохимических показателей. Наряду с изменением активности ферментов типа АЛТ, АСТ, ЛДГ, характеризующих функциональное состояние печени, существенную роль в патологии печени могут играть сдвиги в других ферментных системах, например, антиоксидантной.

В литературе широко обсуждается роль фермента печени НО-1 (гемоксигеназы-1) в патогенезе ее заболеваний. К сожалению, все описанные закономерности выявлены для экспериментальных моделей грызунов, тогда как для сельскохозяйственных животных в современной литературе данные не представлены.

НО-1 (гемоксигеназа-1) – лимитирующий фермент в катаболизме гема. В отличие от гемоксигеназы-2, данный фермент является индуцибельным. НО-1 – важнейший участник антиоксидантной защиты печени во время воспаления и повреждения печени [9]. В современной литературе представлено обширное количество данных о протективной роли НО-1 как при синдроме неалкогольной жировой печени [10, 11], так и при её ишемии-реперфузии [12]. Более того, известно, что активация НО-1 смягчает стеатотическое повреждение печени у крыс [13], модулируя окислительный стресс и провоспалительные медиаторы, что может стать терапевтической стратегией для защиты печени и стимуляции ее регенерации в том числе у сельскохозяйственных животных. В связи с вышеизложенным целью работы было: определить взаимосвязь экспрессии фермента системы антиоксидантной защиты НО-1 в печени коров с ее морфологическими изменениями в контексте продуктивного долголетия.

Материал и методы исследования

Работу выполняли в ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Для изучения морфологических изменений печени коров постмортально был отобран материал от животных следующих возрастов: 3–5 (1–3 лактации) – n=5, 6–8 лет (4–6 лактаций) – n=5.

Для гистологических исследований кусочки тканей толщиной не более 0,5 см фиксировали в 10 % забуференном нейтральном формалине в соотношении 1:20. После фиксации в формалине образцы промывали в проточной воде, обезвоживали, затем пропитывали парафином и готовили парафиновые блоки. Изготавливали парафиновые срезы толщиной 3–4 мкм. Срезы депарафинизировали и окрашивали гематоксилином и эозином, а также по Маллори.

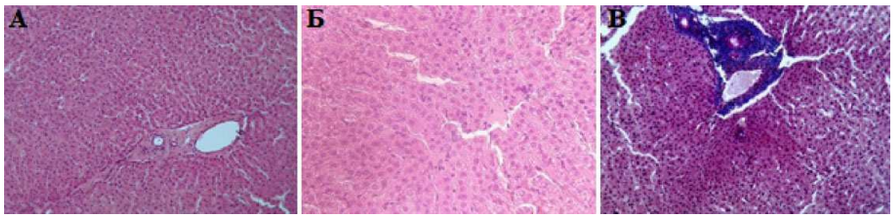


Рисунок 1. Морфологическая структура печени коров в возрасте 3-5 лет: 1А - окраска гематоксилином и эозином, ув. ×200; 1Б - окраска гематоксилином и эозином, ув. ×400; 1В - окраска по Маллори, ув. ×200
Figure 1. Morphological structure of the liver in cows aged 3-5 years: 1A - hematoxylin and eosin staining, magnification ×200; 2B - hematoxylin and eosin staining, magnification ×400; 3C - Mallory's trichrome staining, magnification ×200

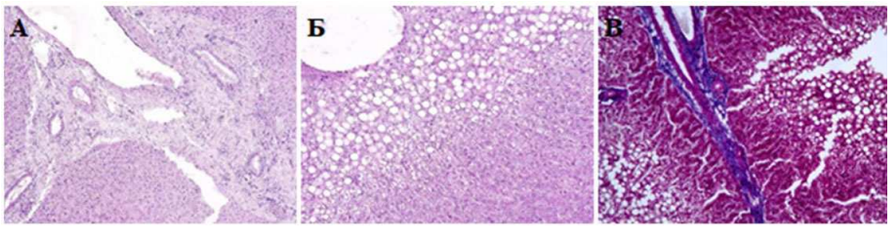


Рисунок 2. Морфологическая структура печени коров в возрасте 6-8 лет: 2А - окраска гематоксилином и эозином, ув. ×200; 2Б - окраска гематоксилином и эозином, ув. ×200; 2В - окраска по Маллори, ув. ×200
Figure 2. Morphological structure of the liver in cows aged 6-8 years: 2A - hematoxylin and eosin staining, magnification ×200; 2B - hematoxylin and eosin staining, magnification ×200; 2C - Mallory's trichrome staining, magnification ×200

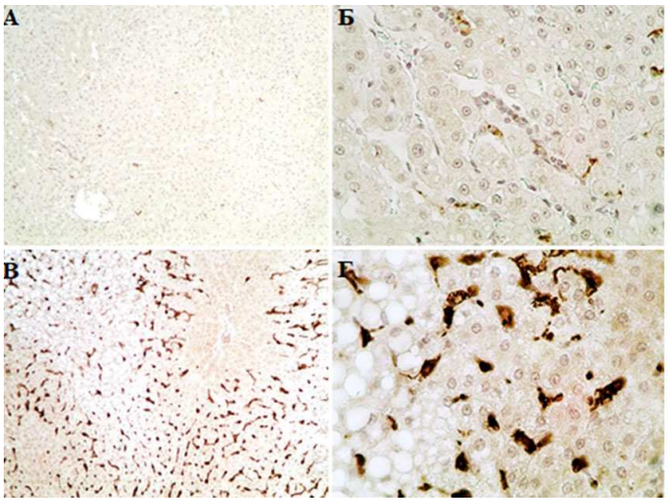


Рисунок 3. Иммуногистохимическое выявление НО-1 в тканях печени коров, докраска гематоксилином: 3А - печень коров в возрасте 3-5 лет, ув. ×100; 3Б - печень коров в возрасте 3-5 лет, ув. ×400; 3В - печень коровы в возрасте 6-8 лет, ув. ×100; 3Г - печень коровы в возрасте 6-8 лет, ув. × 400

Figure 3. Immunohistochemical detection of HO-1 in bovine liver tissues, counterstained with hematoxylin: 3A - liver of cows aged 3-5 years, magnification ×100; 3B - liver of cows aged 3-5 years, magnification ×400; 3C - liver of a cow aged 6-8 years, magnification ×100; 3D - liver of a cow aged 6-8 years, magnification ×400

Проводили иммуногистохимическое окрашивание образцов с антителами к НО-1. Для иммуногистохимического исследования срезы помещались на стекла с адгезивным покрытием (superfrost), далее – на сушильный столик (60° С) до визуального расплавления парафина. Иммуногистохимическое исследование проводили по следующему протоколу:

1. Срезы помещали в буферный раствор трис-ЭДТА, нагретый на водяной бане до 96° С на 12 минут для проведения температурной демаскировки антигенов (HIER, pH=6; "ПраймБиоМед", Россия);
2. После 12-минутной инкубации на водяной бане срезы оставляли в буфере остывать до комнатной температуры, после чего промывали срезы дистиллированной водой;
3. Срезы инкубировали в растворе 3 % H2O2 в течение 10 минут, после чего помещали в дистиллированную воду на 2 минуты;
4. Срезы обсушивали, обводили гидрофобным маркером;
5. Срезы заливали буфером TBST на 1 минуту;
6. На срезы наносили первичные антитела и инкубировали во влажной камере в течение 1 часа при 30° С;
7. Срезы трижды промывали буфером TBST;
8. На срезы наносили вторичные антитела и инкубировали во влажной камере в течение 30 минут при 30° С;
9. Срезы трижды промывали TBST;
10. На срезы наносили хромоген DAB и инкубировали до потемнения срезов примерно 30–60 секунд;
11. Срезы промывали в дистиллированной воде;
12. Срезы докрашивали гематоксилином Майера в течение 10 секунд;
13. Срезы промывали в дистиллированной воде, осветляли и заключали в бальзам.

В качестве первичных антител использовали антитела к НО-1 (PAA584Bo01, "Cloud-Clone", Китай) в разведении 1:100. В качестве вторичных использовали антитела к иммуноглобулину IgG кролика (SAA544Rb19, "Cloud-Clone", Китай) с использованием DAB ("Bio-Rad", США) в качестве субстрата пероксидазы хрена в соответствии с рекомендациями производителя.

Проводили гистологическое описание препаратов и визуальную оценку интенсивности иммуногистохимического окрашивания.

Результаты исследований

У коров в возрасте 3–5 лет в печени отмечаются нарушения в микроциркуляторном русле: утолщение стенки артериальных сосудов и сужение их просветов, расширение вен, активная пролиферация элементов сосудистой стенки (рис. 1). В структуре гепатоцитов значительных изменений не обнаруживается (рис. 1А), тем не менее, в клетках, прилегающих к центральным венам печеночных долек, наблюдаются процессы жировой дистрофии – от мелкой до крупнокапельной (рис. 1Б). По всей паренхиме органа, особенно в системе триады, видно значительное разрастание соединительной ткани как периваскулярно, так и вокруг желчных протоков и отходящих в паренхиму органа соединительнотканных структур (рис. 1В).

У коров 6–8 лет расстройства микроциркуляции становятся еще более выраженными. Лимфостаз, нарушение сосудистой структуры стенки артерий, уменьшение их в объеме и расширение вен в системе триады (рис. 2А) свидетельствует о нарушении кровообращения. При окраске гематоксилином и эозином центрилобулярно обнаруживается активная жировая дистрофия гепатоцитов, более выраженная у коров в возрасте 8 лет. Гепатоциты, расположенные на периферии печеночных балок также претерпевают дистрофические процессы – в некоторых клетках дистрофия мелкокапельная, в других – крупнокапельная, ряд клеток полностью утрачивает свою структуру и превращается в крупные капли жира (рис. 2Б). В области триады, на периферии печеночных долек видно активное разрастание соединительной ткани. Коллагеновые волокна разрастаются также между отдельными группами гепатоцитов. Перидуктально и периваскулярно выявляется лимфоидноклеточная инфильтрация (рис. 2В).

Иммуногистохимический анализ образцов печени выявил небольшое содержание слабоокрашенных НО-1-позитивных клеток в паренхиме печени коров в возрасте 3–5 лет (рис. 3А и 3Б) У коров в возрасте 6–8 лет обнаруживается большое количество НО-1-позитивных клеток с очень интенсивной окраской (рис. 3В). Важно отметить, что размеры этих клеток больше, чем у коров предыдущей возрастной группы. НО-1-позитивные клетки имеют в основном отросчатую форму и локализуются между гепатоцитами, в синусоидах и перисинусоидальных пространствах Диссе (рис. 3Г), что позволяет отнести эти клетки к системе мононуклеарных макрофагов печени, которая включает в том числе клетки Купфера. Интересно отметить, что повышение количества этих клеток коррелирует с увеличением интенсивности их окрашивания. Этот показатель увеличивается с возрастом, и, вероятно, со степенью развития патологических процессов в печени.

Заключение

Морфологическое исследование выявило, что развитие деструктивных процессов в печени коров после лактации сопровождаются разрастанием соединительнотканных структур и микроциркуляторными сдвигами, дистрофии гепатоцитов, носящими, однако, очаговый характер. У коров после 4–6 лактаций описанные процессы становятся более выраженными. Постепенно развивается тотальная жировая дистрофия печени, сопровождающаяся стойкими нарушениями кровообращения и воспалительными реак-

циями. При этом у коров в возрасте 6–8 лет наблюдается значительное увеличение клеток, экспрессирующих НО-1. Активация гемоксигеназы-1, по-видимому, является эндогенным защитным механизмом, используемым клетками для уменьшения воспаления и повреждения тканей [14]. НО-1 играет важную роль в обеспечении защиты тканей печени от повреждений активными формами кислорода и цитокинами, уровень которых повышается на фоне развития деструктивных процессов в печени. Так, повышенная экспрессия НО-1 снижает уровни экспрессии MCP-1 and IL-6, а также других провоспалительных цитокинов [15], а продукты реакции, катализируемые ферментом (билирубин, CO), оказывают антиоксидантное действие. [16]. На фоне развивающихся изменений печени коров, связанных с высокими метаболическими нагрузками, повышение экспрессии НО-1 может, таким образом, являться компенсаторным механизмом, направленным на поддержание функций печени. Это определяет необходимость дальнейшего изучения взаимосвязи деструктивных процессов в органах сельскохозяйственных животных с экспрессией ферментов антиоксидантной защиты организма (кроме НО-1), а также представляет интерес для разработки подходов, направленных на раннюю коррекцию развития различных патологий.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 23-16-00117 "Пространственная характеристика транскриптомных и метаболомных особенностей преждевременной структурно-функциональной дегенерации тканей органов сельскохозяйственных животных и птицы". https://rscf.ru/project/23-16-00117

Коллектив авторов выражает благодарность Хамитову М.Р. за помощь в отборе проб органов.

Литература

1. Мищенко А.В. Проблема патологии печени у высокопродуктивных коров. / А.В. Мищенко, В.А. Мищенко, О.Ю. Черных // Ветеринария Кубани. - 2014. - № 2. - С. 11-12.
2. Variation in fat content between liver lobes and comparison with histopathological scores in dairy cows with fatty liver. / C. Gerspach et al. // BMC Veterinary Research. - 2017. - V. 13. - P. 98.
3. Qualitative and quantitative changes in total lipid concentration and lipid fractions in liver tissue of periparturient German Holstein dairy cows of two age groups. / K.B. Theinert et al. // Frontiers in Veterinary Science. - 2022. - V. 9. - P 814808.
4. Melendez P. Update on fatty liver in dairy cattle with major emphasis on epidemiological patterns, pathophysiology in relationship to abdominal adiposity, and early diagnosis. / P. Melendez, P. Pinedo // Dairy. - 2024. - V. 5. - P. 672-687.
5. Exploration of serum sensitive biomarkers of fatty liver in dairy cows. / Y. Shen et al. // Scientific Reports. - 2018 - V. 8. - P. 13574.
6. Reid I. Incidence and severity of fatty liver in dairy cows. / I. Reid // Veterinary Record. - 1980 - V.107. - P. 281-284.
7. Bobe G. Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. / G. Bobe, J.W. Young, D.C. Beitz // Journal of Dairy Science. - 2004. - V. 87. - P. 3105-3124.
8. Relationship of liver abnormalities with carcass performance and value. / B.B. Grimes et al. // Applied Animal Science. - 2024 - V. 40. - P. 358-375.
9. Hepatic expression of heme oxygenase-1 and antioxidant response element-mediated genes following administration of ethinyl estradiol to rats. / L. Morio et al. // Toxicology and Applied Pharmacology. - 2006. - V. 216. - P. 416-425.
10. Investigation of HO-1 regulation of liver fibrosis related to nonalcoholic fatty liver disease through the SIRT1/TGF-?/Smad3 pathway. / M. Sun et al. // Journal of Clinical and Translational Hepatology. - 2025. - V. 13. - № 6. - P. 456-468.
11. Heme oxygenase-1 alleviated non-alcoholic fatty liver disease via suppressing ROS-dependent endoplasmic reticulum stress. / D. Li et al. // Life Sciences. - 2020. - V. 253. - 117678.
12. Zeng Z. Heme oxygenase-1 protects donor livers from ischemia/reperfusion injury: The role of Kupffer cells. / Z. Zeng // World Journal of Gastroenterology. - 2010. - V. 16. - P. 1285.
13. Yun N. Protective role of heme oxygenase-1 against liver damage caused by hepatic ischemia and reperfusion in rats. / N. Yun, H.-A. Eum, S.-M. Lee // Antioxidants & Redox Signaling. - 2010. - V. 13. - P. 1503-1512.
14. Origassa C.S.T. Cytoprotective role of heme oxygenase-1 and heme degradation derived end products in liver injury. / C.S.T. Origassa, N.O.S. C?mara // World Journal of Hepatology. - 2013. - V. 5. - P. 541.
15. Protective role of heme oxygenase-1 in fatty liver ischemia-reperfusion injury. / S. Li et al. // Medical Molecular Morphology. - 2019. - V. 52. - № 2. - P. 61-72.
16. Protective effects of heme oxygenase-1 against severe acute pancreatitis via inhibition of tumor necrosis factor-? and augmentation of interleukin-10. / F. Zhang et al. // BMC Gastroenterology. - 2017. - Vol. 17. - № 1. - P. 100.

References

1. Mishchenko A.V. Liver pathology problem in high yielding cows. / A.V. Mishchenko, V.A. Mishchenko, O.Yu. Chernykh // Veterinariya Kubani. - 2014. - № 2. - P. 11-12.

Для цитирования / For citation

Петрова И.М. Взаимосвязь экспрессии НО-1 в печени коров с ее морфологическими изменениями в контексте продуктивного долголетия. / И.М. Петрова, С.Л. Хацко, О.С. Зайцева, Л.И. Дроздова, И.А. Шкуратова // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.108–111.

Petrova I.M. The relationship between HO-1 expression in the bovine liver and its morphological changes in the context of productive longevity. / I.M. Petrova, S.L. Hatsko, O.S. Zaitseva, L.I. Drozdova, I.A. Shkuratova // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.108–111.

Пресс-релиз/ Press-release

Обсудили реализацию поднадзорной Россельхознадзору продукции через маркетплейсы

Состоялось четвертое заседание Общественного совета при Россельхознадзоре. В мероприятии приняли участие представители госорганов, деловых кругов, отраслевых союзов, профильных организаций и маркетплейсов. Службу представлял заместитель Руководителя ведомства Роман Милорадов и сотрудники центрального аппарата.

Основной темой обсуждения стал вопрос реализации поднадзорной ведомству продукции через маркетплейсы.

Россельхознадзор заинтересован в соблюдении высоких стандартов на всех этапах производства товаров и до их реализации через маркетплейсы, где в настоящее время реализуется широкий перечень продукции, в том числе ветеринарные препараты, корма для животных, пестициды, продукты питания, семена сельскохозяйственных растений и т.д. В том числе для этих целей с 1 октября 2026 года вступает в силу Федеральный закон от 31.07.2025 г. № 289-ФЗ «Об отдельных вопросах регулирования платформенной экономики в Российской Федерации», который определяет правовые основы платформенной экономики в стране и регулирует отношения, возникающие между операторами посреднических цифровых платформ, их партнерами, пользователями и иными лицами в связи с продажей товаров, выполнением работ, оказанием услуг.

В части животноводческой продукции Россельхознадзором выявлена реализация на маркетплейсах более 200 тысяч единиц потенциально небезопасных товаров. В отношении них невозможно установить прослеживаемость ввиду полного отсутствия информации о производителях и участниках оборота в ФГИС «ВетИС» либо отсутствия ВСД на продукцию. Ряд из них не зарегистрированы в системе Службы. Также установлена реализация товаров с истекшим сроком годности. Среди указанной продукции – молочные товары, рыбные консервы, корма для животных.

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-25

УДК 636.4:636.084.415

Биологическая значимость и продуктивное действие пробиотической кормовой добавки в кормлении свиноматок

Попов В.С., доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории "ветеринарной медицины и биотехнологии" viktor.stugen@yandex.ru
Свазлян Г.А. кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории "ветеринарной медицины и биотехнологии", manukyang@yandex.ru
ФГБНУ "Курский федеральный аграрный научный центр", г. Курск

Ключевые слова: биологическая активная добавка, комбикорм, свиноматки, биологическое влияние, продуктивность.

Резюме. Исследования проведены в лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологии Курского федерального аграрного научного центра. Цель исследований – изучение динамики метаболизма супоросных свиноматок и показателей прироста живой массы поросят-сосунов с применением биологически активной добавки. Биологически активная добавка представляет эндо- и экзометаболиты Bacillus subtilis в пребиотической среде овса голозерного с мелассой свекловичной, которую применяли дополнительно к полнорационному комбикорму СК-1 в дозе 0,5 л/гол. На основании проведенных исследований в биологически активной добавке установлено содержание молочной кислоты на уровне от 0,7 до 8,3 г/л, уксусной кислоты в диапазоне от 0,3 до 0,6 г/л, а также янтарной кислоты в пределах от 0,004 до 0,095 г/л и комплекс протеиногенных аминокислот. При применении биологически активной добавки супоросным свиноматкам установлена тенденция повышения глюкозы на 60-е и 100-е сутки супоросности в пределах 36 % и 45,83 % в контрольной и опытной группах соответственно. В опытной группе на 70-е сутки показатель общего белка был выше на 20,1 %, содержание альбумина – на 30,5 %, глобулинов на 4,35 % по сравнению контролем, а на 100 сутки белка в сыворотке крови больше на 12,45 %. Продуктивное действие биологически активной добавки, введенное дополнительно к комбикорму супоросных свиноматок, привело к повышению молочности на 6,64 кг, увеличению живой массы поросят к отъему на 350 г, массы гнезда к отъему – на 7,90 кг, увеличению оплодотворяемости – на 17,6 %. Таким образом, существенное влияние на показатели метаболизма и продуктивность оказывает дополнительное скармливание биологически активной добавки супоросным свиноматкам.

Biological significance and productive effect of probiotic feed additives in sow feeding

Popov V.S., Svazlyan G.A.
Kursk Federal Agrarian Research Center, Kursk Federal Agricultural Kursk Research Center

Keywords: biologically active additive; compound feed; sows; biological effect; productivity.

Abstract. The research was conducted in the Veterinary Medicine and Biotechnology Laboratory of the Kursk Federal Agrarian Research Center. The objective of the research was to study the metabolic dynamics of pregnant sows and the live weight gain of suckling piglets using a dietary supplement. The dietary supplement contains endo- and exometabolites of Bacillus subtilis in a prebiotic medium of naked oats with beet molasses, which was used in addition to the complete SK-1 compound feed at a dose of 0.5 l/head. Based on the conducted research, the dietary supplement contains lactic acid at a level of 0.7 to 8.3 g/l, acetic acid in the range of 0.3 to 0.6 g/l, as well as succinic acid in the range of 0.004 to 0.095 g/l, and a complex of proteinogenic amino acids. When using a dietary supplement in pregnant sows, a tendency for glucose to increase on the 60th and 100th days of gestation was established within the range of 36% and 45.83% in the control and experimental groups, respectively. In the experimental group, on the 70th day, the total protein indicator was higher by 20.1%, the albumin content by 30.5%, globulins by 4.35% compared to the control, and on the 100th day, the protein in the blood serum was higher by 12.45%. The productive effect of the dietary supplement, introduced in addition to the compound feed of pregnant sows, led to an increase in milk yield by 6.64 kg, an increase in the live weight of piglets at weaning by 350 g, a litter weight at weaning by 7.90 kg, and an increase in fertility by 17.6%. Thus, additional feeding of a biologically active supplement to pregnant sows has a significant impact on metabolic rates and productivity.

_.

Введение

Современные стратегии создания биологически активных добавок с пробиотическими культурами включают использование разнообразных видов и штаммов, которые сохраняют функциональность при интеграции в составе пребиотических сред. Ценность кормовых добавок, полученных с использованием зерновых субстратов для культивирования пробиотиков, определяется выработкой оптимального спектра биологически активных соединений (метабиотиков) и их положительным воздействием на метаболизм, включая формирование здоровой микрофлоры кишечника. Данная технология является логическим этапом эволюции пробиотической теории. В ее основе – инновационный метод иммунометаболической регуляции организма животных посредством синбиотических добавок, содержащих метабиотики, компоненты клеточных структур и активные метаболиты пробиотических микроорганизмов, выращенных на зерновых субстратах [1-4].

Определение оптимальных пребиотических сред для синтеза биологически активных соединений (метаболитов), образуемых пробиотическими микроорганизмами, является ведущим фактором дальнейшего их использования в качестве биологически активных добавок. Эффективность культивирования пробиотиков во многом определяется составом среды, в которой они размножаются [5-7]. Применение питательных сред, обогащённых экстрактом голозерного овса совместно со свекловичной мелассой в количестве 10 %, благоприятно сказывается на росте и

активности пробиотических микроорганизмов. Согласно научным источникам [8], сорт овса "Немчиновский-61" характеризуется содержанием белка от 11,6 до 15,3 %, жира – от 5,7 до 7,1 %, углеводов – от 57,0 до 70,1 %. Свекловичная меласса служит богатым источником углеводов (74,7 г/100 г), имея минимальное присутствие жиров и белков, а также включает воду и минеральные вещества. Отличительной чертой мелассы является её высокая доля растворимых сахаров, среди которых преобладает сахароза, присутствуют также фруктоза, глюкоза, раффиноза, около 10 % зольных элементов и низкомолекулярные органические соединения. Совместное использование экстракта проросшего зерна голозерного овса и свекловичной мелассы значительно улучшает качество среды для роста и развития пребиотиков. Следовательно, применение биологически активного зерна с улучшенными пищевыми свойствами в сочетании с мелассой открывает перспективы для создания эффективных пробиотических добавок.

Bacillus subtilis считается одним из наиболее многообещающих пробиотиков, исследованных в последнее время. Его полезные свойства обусловлены несколькими механизмами действия [9, 10].

Противомикробная активность заключается в том, что бактерия продуцирует различные антимикробные соединения – от рибосомальных и нерибосомальных пептидов до непептидных соединений, эффективно действующих против широкого спектра микроорганизмов, включая грамположительные и грамотрицательные бактерии, вирусы и грибковые инфекции.

Bacillus subtilis стимулирует иммунную систему, активизируя макрофаги и провоцируя выделение ими противовоспалительных цитокинов, способствуя повышению защитных свойств кишечного барьера и секреции полезных веществ, таких как витамины и аминокислоты (в том числе незаменимые), усиливая, таким образом, иммунную защиту [11, 12].

Благодаря своим уникальным свойствам, этот микроорганизм активно используется в разработке новых поколений эффективных пробиотических препаратов.

Современные тенденции развития животноводства требуют внедрения инновационных технологий и решений, среди которых особую роль играют новые подходы к созданию кормовых добавок, основанные на применении метабиотиков и пребиотиков. Такие биодобавки включают активные метаболиты и структурные элементы пробиотических бактерий, обеспечивая целенаправленное воздействие на развитие полезной микробиоты желудочно-кишечного тракта животного [13].

Метабиотические добавки способствуют нормализации функций пищеварения, поддерживают баланс здоровой микрофлоры, улучшают обмен веществ и укрепляют иммунитет, что в результате повышает продуктивность животных и улучшает качество конечной продукции. Актуальным является разработка и широкое применение высокоэффективных кормовых добавок, содержащих метаболиты пробиотических микроорганизмов, способных направленно регулировать состояние микробиома кишечника и поддерживать оптимальный уровень обмена веществ и иммунитета [14]. Таким образом, основная задача проведенных исследований заключалась в изучении изменений метаболических процессов у супоросных свиноматок и влиянии кормовых добавок на прирост живой массы новорожденных поросят в условиях научно-производственного опыта.

Таблица 1. Показатели протеиногенных аминокислот, n=5
Table 1. Indicators of proteinogenic amino acids

Показатели		Результаты испытаний до культивирования *B. subtilis(контроль)*	Результаты испытаний после культивирования *B. subtilis(опыт)*
Массовая доля сухих веществ, %		3,89	4,85
Массовая доля сырого протеина, г/л		7,03	6,31
Массовая доля протеиногенных аминокислот, мг/л	Аргинин	82,63 ± 33,05	123,55 ± 9,42*
	Лизин	119,90 ± 40,77	157,91 ± 19,69*
	Тирозин	102,60 ± 30,78	105,18 ± 20,45
	Фенилаланин	133,70±40,11	151,64 ± 20,29*
	Гистидин	57,48±28,74	67,0 ± 23,50
	Лейцин + изолейцин	334,6±87,00	382,10 ± 47,35
	Метионин	104,8±35,63*	89,79 ± 30,53
	Валин	147,2 ± 58,8*	75,84 ± 30,34
	Пролин	108,4 ± 28, 1	177,77 ± 20,22
	Треонин	322,5 ± 129,00	382,00 ± 152,80
	Серин	89,89 ±26,37	106,86 ± 16,34*
	Аланин	215,2 ±55,95	247,30 ± 53,90
	Глицин	176,8 ±60,11	234,70 ± 45,80*

*-достоверно при P≤0.05

Материал и методы исследований

В лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологии Курского ФАНЦ была разработана пробиотическая кормовая добавка на основе Bacillus subtilis DSM-32424. Микроорганизм культивировали на среде, содержащей пророщенный овес сорта "Немчиновский" и свекловичную мелассу, в течение 7 дней при 37° С. Состав добавки (органические и аминокислоты) анализировали методом капиллярного электрофореза. Эффективность применения добавки изучали в научно-производственном опыте на 2 группах супоросных свиноматок крупной белой породы в условиях свиноводческого комплекса "Агроника" Курской области. Контрольная группа свиноматок получала стандартный рацион, опытная группа дополнительно к основному рациону – пробиотическую добавку (0,5 л/голову) в течение 70 дней. В ходе эксперимента проводили биохимический анализ крови и оценивали продуктивные показатели. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием Microsoft Excel, статистически значимыми считались различия при p≤0,05.

Результаты и обсуждение

По итогам проведенного сравнительного биохимического анализа (до и после выращивания пробиотика B. subtilis) в пребиотической культуральной среде выявлено достоверное (при p?0,05) возрастание концентрации молочной кислоты в интервале от 0,7 до 8,3 г/л, ацетиловой кислоты – от 0,3 до 0,6 г/л (p≤0,05), а также обнаружение янтарной кислоты в объеме от 0,004 до 0,095 г/л. Органические кислоты способны служить исходниками для синтеза отдельных аминокислот посредством процессов переаминирования и активно участвуют в метаболизме энергии организма. Проведённые эксперименты позволили установить качественный состав и концентрацию протеиногенных аминокислот в пребиотической суспензии при выращивании Bacillus subtilis на зерновой питательной среде методом in vitro (табл. 1).

Анализ данных показывает значительное увеличение метаболической активности пробиотического микроорганизма и предполагает, что качественный и количественный состав пробиотической суспензии после культивиро-

вания может регулировать метаболические процессы в организме животных. Основным рационом для супоросных свиноматок был комбикорм СК-1, который регулируется по ГОСТ 34109-2017 "Комбикорма полнорационные для свиней. Общие технические условия". Этот стандарт устанавливает требования к составу, питательности и безопасности комбикормов, включая нормы содержания сырого протеина, аминокислот, витаминов и минералов. Основными углеводными компонентами комбикорма являются зерновые культуры (ячмень, пшеница, кукуруза), белковые компоненты (шрот подсолнечный, рыбная мука). Минеральные ингредиенты (мел, фосфаты). В комбикорм добавлены премиксы, содержащие витамины и микроэлементы. В комбикорме содержится обменной энергии не менее 10,5–12,5 МДж/кг, сырого протеина 12–14,5 %., лизина не менее 0,35–0,67 %, кальция 0,7–0,8 %, фосфора 0,5–0,6 %.

При составлении рациона учитывались нормы потребности супоросных свиноматок в питательных веществах на основании научных исследований и достижений в практическом производстве полнорационных кормов. В результате применения биологически активной добавки супоросным свиноматкам к основному рациону установлена определенная динамика метаболизма в различные периоды супоросности (табл. 2).

В исследованиях установлено, что в период супоросности динамика общего белка в контрольной группе имеет незначительную вариабельность в период 45–100 суток, при этом показатель содержания общего белка приближен к нижней границе референтных значений. Пониженный уровень может указывать на недостаток белка в рационе или нарушении метаболизма в печени, что связано с повышением содержания ферментов АсАт и АлАт. В контрольной группе отмечалось достоверное снижение общего белка в период 70 суток супоросности на 7,86 %. В опытной группе к 70-ым суткам концентрация общего белка превышала контрольную на 20,1 %, а к 100-ым – на 12,45 %. Зафиксировано увеличение уровня альбумина и глобулинов у животных опытной группы на 70-е сутки альбумин был выше на 30,5 %, глобулины – на 4,35 %. В периоды супоросности на 70-е и 100-е сутки наблюдалось повышение содержания мочевины в крови опытных животных по сравнению с контролем – на 4,35 % и 16,28 %, соответственно. Одновременно, в этот же период, на 70-е и 100-е сутки исследования концентрация креатинина в опытной группе уменьшалась на 1,86 % и 3,66 % относительно контрольной. Таким образом, на показатели динамики белкового обмена существенное влияние оказывает применение биологически активной белково-углеводной добавки к комбикорму супоросных свиноматок.

Таблица 2. Биохимические показатели крови супоросных свиноматок, (n=5)
Table 2. Biochemical parameters of blood of pregnant sows, (n=5)

Показатели	Референтные значения	Период супоросности		
		45 суток	70 суток	100 суток
Общий белок, г/л	70-85	77,6±2,7 / 78,5±1,6	70,5±1,4 / 84,7±1,6*	71,5±2,8 / 80,4±1,7
Альбумин, г/л	40-55	37,6±2,9 / 35,7±2,8	22,1±1,5 / 41,9±1,9*	32,2±1,3 / 42,8±1,5
Глобулины, г/л	45-60	44,2±3,2 / 43,9±2,8	47,9±1,81 / 58,1±1,9*	45,2±2,3 / 58,7±1,8
Мочевина, ммоль/л	3,3-5,8	4,52±0,3 / 4,4±1,27	4,6±0,7* / 4,8±0,3	4,3±0,4* / 5,0±1,2
Креатинин, мкмоль/л	61-167	149,7±8,1 / 149,3 ± 4,7	150,5±7,6* / 147,7± 4,1	152,84±8,8 / 147,2±5,7
Глюкоза, ммоль/л	3,0-5,5	2,5±0,7 / 2,4± 0,2	3,3±0,6 / 3,5 ±0,1	3,4±0,1 / 3,5±0,2
Кальций, ммоль/л	2,4-3,5	3,1±0,34 / 3,2 0,13	2,2±0,1* / 3,4± 0,1	2,2±0,1* / 3,3±0,1
Фосфор, ммоль/л	1,29-2,9	2,2±0,5 / 2,2± 0,2	1,9±0,1 / 2,6± 0,1	1,5±0,1 / 2,4±0,2
АсАТ, ед/л	111-222,4	184,8±8,1 / 181,8 ±5,4	189,6±8,2 / 180,1 ±2,5	192,5±4,2 / 181,2±3,7
АлАТ, ед/л	83,4-195	135,9±1,5 / 135,4 ±1,9	137,8±1,3 / 134,1± 1,8	139,3±1,8 / 135,2±2,1

В числителе – контроль, в знаменателе – опыт; -*достоверно при P≤0,05

Показатель глюкозы, характеризующий направленность углеводного обмена, на 45 сутки находился в пределах нижней границы физиологической нормы (2,4–2,5 ммоль/л). Установлена тенденция повышения показателей глюкозы на 60-е и 100-е сутки супоросности в пределах 36 % и 45,83 % в контрольной и опытной группах соответственно.

Показатели минерального обмена – фосфор и кальций в контрольной группе достоверно снижались, на 100-е сутки супоросности они составили 2,2 и 1,5 ммоль/л, что ниже на 29,03 % и 31,82 % по сравнению с показателями на 45 сутки.

Результаты исследований показывают, что наиболее выраженные изменения метаболических процессов у супоросных свиноматок происходят в период с 60-го по 100-ый день беременности. Это обусловлено экспоненциальным ростом плодов и, как следствие, значительным увеличением метаболической нагрузки на организм матери. Для поддержания гомеостаза свиноматки вынуждены мобилизовать собственные ресурсы, что может приводить к дефициту питательных веществ. В связи с этим, применение биологически активных добавок во второй половине супоросности представляется целесообразным для оптимизации обмена веществ, повышения молочной продуктивности, улучшения показателей крупноплодности и жизнеспособности новорожденных поросят, а также повышения репродуктивной функции свиноматок. Эффективность применения биологически активных добавок подтверждается данными, представленными в таблице 3, которые демонстрируют положительное влияние на продуктивные характеристики свиноматок в репродуктивном цикле.

В ходе исследования у свиноматок опытной группы наблюдалось увеличение молочности на 6,64 кг, вес поросят при отъеме оказался на 350 г больше, а масса гнезда – на 7,90 кг по сравнению с контрольной группой. Начало половой охоты у свиноматок фиксировалось через 3–6 дней после отъема потомства. В результате осеменения в первую охоту в опытной группе оплодотворение произошло на 17,6 % свиноматок больше, чем в контрольной.

Заключение

Результаты исследований выявили, что пробиотическая добавка в рационе оказывает положительное влияние и имеет важное биологическое значение при кормлении свиноматок в период супоросности. Подтверждено, что значительные изменения в обмене веществ у этих животных происходят преимущественно во второй половине срока беременности, обусловленные активным развитием плодов и высокой метаболической активностью организма свиноматок, включая мобилизацию собственных запасов для восполнения затрат белка, энергии и минеральных веществ. На основании проведенных исследований в биологически активной добавке установлено статистически значимое (p≤0,05) увеличение содержания молочной кислоты на уровне от 0,7 до 8,3

Таблица 3. Продуктивные показатели свиноматок, n=12
Table 3. Productive indicators of sows, n=12

Показатели	Группы свиноматок	
	опытная	контрольная
Количество свиноматок, голов	12	12
Колич-во поросят при рождении, гол	10,90±0,46	10,70±0,61
Количество поросят к отъему, гол	10,40±0,45	9,71±0,42
Сохранность к отъему, %	94,5	91,2
Молочность, кг	65,51±3,03	59,21±2,11
Масса поросят при рождении, кг	1,35 ±0,03	1,36±0,04
Масса поросят к отъёму, кг	7,81±0,15	7,51±0,26
Масса гнезда при отъеме , кг	81,30±3,72	73,40±3,59

- достоверно* P <0,05 - по отношению к контрольной группе

г/л., содержание уксусной кислоты в диапазоне от 0,3 до 0,6 г/л при значении р?0,05, а также присутствие янтарной кислоты в пределах от 0,004 до 0,095 г/л и комплекс протеиногенных аминокислот. В результате применения биологически активной добавки супоросным свиноматкам к основному рациону установлена определенная динамика метаболизма в различные периоды супоросности. Выявлена тенденция повышения глюкозы на 60-е и 100-е сутки супоросности в пределах 36 % и 45,83 % в контрольной и опытной группах соответственно. В контрольной группе отмечалось достоверное снижение общего белка в период 70-суточной супоросности на 7,86 %. На 70-е сутки исследования общий белок в опытной группе оказался выше контрольных значений на 20,1 %, а на 100-е сутки – на 12,45 %. Отмечено также значительное увеличение уровня альбумина (на 30,5 %) и незначительное повышение концентрации глобулинов (на 4,35 %) в сыворотке крови опытных животных на 70-й день эксперимента. Кроме того, на 70-е и 100-е сутки беременности уровень мочевины в крови опытных особей превышал контрольные показатели соответственно на 4,35 % и 16,28 %. Напротив, концентрация креатинина снизилась относительно контроля на 1,86 % и 3,66 % на указанных сроках. Продуктивное действие биологически активной добавки, дополнительно к комбикорму супоросных свиноматок привело к повышению молочности на 6,64 кг, увеличению живой массы поросят к отъему на 350 г, массы гнезда к отъему на 7,90 кг, увеличению оплодотворяемости на 17,6 %. Таким образом, на показатели белкового обмена существенное влияние оказывает применение биологически активной белково-углеводной добавки к комбикорму супоросным свиноматкам.

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания № FGZU-2022-0004.

Литература

1. Метабиотики как естественное развитие пробиотической концепции / М.Д. Ардатская, Л.Г. Столярова, Е.В. Архипова и др. //Рецепт. - 2017. - № 2. - Т. 22. - С. 291-298.
2. Метабиотики - новая технология профилактики и лечения заболеваний, связанных с микроэкологическими нарушениями в организме человека. / Б.А. Шендеров, Е.И. Ткачеенко, Л.Б. Лазебник и др. / / Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. - 2018. - №. 3 (151). -С. 83-92.
3. Влияние пробиотического комплекса на продуктивные качества и обменные процессы у растущего откармливаемого молодняка свиней. / И.М. Магомедалиев, Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев и др. // Аграрная наука. - 2020. - № 1. - С. 22-26.
4. Ерина Т.А. Роль микрофлоры желудочно-кишечного тракта и этапы её формирования. Актуальность применения добавки кормовой пробиотической Бацелл-М. / Т.А. Ерина // Эффективное животноводство. - 2023. - №. 2 (184). - С. 30-33.
5. Несчисляев В.А. Разработка питательных сред для производства пробиотических препаратов. / В.А. Несчисляев, Е.Г. Арчакова, В.Б. Моховикова, И.В. Белова // Фундаментальные исследования. - 2007. - № 12-2. - С. 349-349.
6 Егорова М.И. Свеклосахарная меласса - сырьё для производства кормопродуктов. / М.И. егорова. // Сахар. - 2010. - № 2. - С. 18-22.
7. Попов В.С. Научно-практическое обоснование возможности использование мелассы для культивирования bifidobacterium bifidum. / В.С. Попов, Н.В. Воробьева // Достижения науки и техники АПК. - 2021. - Т. 35. - № 1. - С. 48-51.
8. Бутенко Л.И. Исследования химического состава пророщенных семян гречихи, овса, ячменя и пшеницы. / Л.И. Бутенко, Л.В. Лигай // Фундаментальные исследования. - 2013. - № 4-5. - С. 1128-1133.
9. Савустьяненко А.В. Механизмы действия пробиотиков на основе Bacillus subtilis. / А.В. Савустьяненко //Актуальная инфектология. - 2016. - №. 2 (11). - С. 35-44.
10. Новик Я.В. Перспективы применения пробиотиков на основе bacillus subtilis в птицеводстве. / Я.В. Новик, К.В. Киселева, Л.А. Араканцева // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. - 2021. - С. 667-669.
11. Метаболиты Bacillus subtilis как новые перспективные пробиотические препараты. / М.Ю. Волков и др. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. - 2007. - №. 2. - С. 75-80.
12. Probiotics Bacillus licheniformis in the treatment of dysbiosis. / A.F. Telmanovich et al. // European research. - 2024. - №. 1 (42). - С. 19-22.
13. Позднякова В.Ф. Современные кормовые добавки в животноводстве и их безопасность. / В.Ф. Позднякова, Т.Ю. Гусева, П.О. Щеголев, А.В. Масленникова // Вестник МАНЭБ. - 2018. - Т. 23, № 3. - С. 46.
14. Подобед Л.И. "ЛизоМетХелато" - простой способ сохранения здоровья и повышения продуктивности свиней. / Л.И. Подобед. // Свиноводство. - 2023. - № 1. - С. 33-34.

References

1. Metabiotiki kak estestvennoe razvitie probioticheskoj koncepcii / M.D. Ardatskaya, L.G. Stolyarova, E.V. Arxipova i dr. //Recept. - 2017. - № 2. - T. 22. - S. 291-298.
2. Metabiotiki - novaya texnologiya profilaktiki i lecheniya zabolevanij, svyazanny`x s mikroe`kologicheskimi narusheniyami v organizme cheloveka. / B.A. Shenderov, E.I. Tkacheenko, L.B. Lazebnik i dr. // E`ksperimental`naya i klinicheskaya gastroe`nterologiya. - 2018. - №. 3 (151). -S. 83-92.
3. Vliyanie probioticheskogo kompleksa na produktivny`e kachestva i obmenny`e processy` u rastushhego otkarmlivaemogo molodnyaka svinej. / I.M. Magomedaliev, R.V. Nekrasov, M.G. Chabaev i dr. // Agrarnaya nauka. - 2020. - № 1. - S. 22-26.
4. Erina T.A. Rol` mikroflory` zheludochno-kishechnogo trakta i e`tapy` eyo formirovaniya. Aktual`nost` primeneniya dobavki kormovoj probioticheskoj Bacell-M. / T.A. Erina // E`ffektivnoe zhivotnovodstvo. - 2023. - №. 2 (184). - S. 30-33.
5. Neschislyaev V.A. Razrabotka pitatel`ny`x sred dlya proizvodstva probioticheskix preparatov. / V.A. Neschislyaev, E.G. Archakova, V.B. Moxovikova, I.V. Belova // Fundamental`ny`e issledovaniya. - 2007. - № 12-2. - S. 349-349.
6 Egorova M.I. Sveklosaxarnaya melassa - sy`r`yo dlya proizvodstva kormoproduktov. / M.I. egorova. // Saxar. - 2010. - № 2. - S. 18-22.
7. Popov V.S. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie vozmozhnosti ispol`zovanie melassy` dlya kul`tivirovaniya bifidobacterium bifidum. / V.S. Popov, N.V. Vorob`eva // Dostizheniya nauki i texniki APK. - 2021. - T. 35. - № 1. - S. 48-51.
8. Butenko L.I. Issledovaniya ximicheskogo sostava proroshhenny`x semyan grechixi, ovsa, yachmenya i pshenicy. / L.I. Butenko, L.V. Ligaj // Fundamental`ny`e issledovaniya. - 2013. - № 4-5. - S. 1128-1133.
9. Savust`yanenko A.V. Mexanizmy` dejstviya probiotikov na osnove Bacillus subtilis. / A.V. Savust`yanenko //Aktual`naya infektologiya. - 2016. - №. 2 (11). - S. 35-44.
10. Novik Ya.V. Perspektivy` primeneniya probiotikov na osnove bacillus subtilis v pticevodstve. / Ya.V. Novik, K.V. Kiseleva, L.A. Arakanceva // Rol` agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel`skix territorij. - 2021. - S. 667-669.
11. Metability` Bacillus subtilis kak novy`e perspektivny`e probioticheskie preparaty`. / M.Yu. Volkov i dr. // Zhurnal mikrobiologii, e`pidemiologii i immunobiologii. - 2007. - №. 2. - S. 75-80.
13. Pozdnyakova V.F. Sovremenny`e kormovy`e dobavki v zhivotnovodstve i ix bezopasnost`. / V.F. Pozdnyakova, T.Yu. Guseva, P.O. Shhegolev, A.V. Maslennikova // Vestnik MANE`B. - 2018. - T. 23, № 3. - S. 46.
14. Podobed L.I. "LizoMetXelato" - prostoj sposob soxraneniya zdorov`ya i povy`sheniya produktivnosti svinej. / L.I. Podobed. // Svinovodstvo. - 2023. - № 1. - S. 33-34.

Для цитирования/ Fore citation

Попов В.С. Биологическая значимость и продуктивное действие пробиотической кормовой добавки в кормлении свиноматок / В.С. Попов, Г.А. Свазлян // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.112–115.

PopovV.S. Biological significance and productive effect of probiotic feed additives in sow feeding / V.S. Popov, G.A. Svazlyan // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.112–115.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-26

УДК 636.087.7

Изучение токсико-биологических показателей корма с добавлением селена

Попов П.А., доктор ветеринарных наук, руководитель филиала. popov.petr18@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-4155-0386
Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук" (ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН)

Ключевые слова: токсико-биологические показатели, селен, корма, антиоксидантная активность.

Резюме. Селен – эссенциальный микроэлемент, играющий важную роль в поддержании здоровья животных и человека. Он входит в состав селенопротеинов, участвующих в антиоксидантной защите, метаболизме гормонов щитовидной железы и иммунной системе. Добавление селена в корма для сельскохозяйственных животных стало распространенной практикой для улучшения их продуктивности и качества продукции. Однако, несмотря на полезные свойства, селен в высоких концентрациях может проявлять токсическое действие. Поэтому, изучение безопасности кормов с добавлением селена является актуальной задачей. В последние годы все больше внимания уделяется использованию одноклеточных организмов, таких как инфузории Tetrahymena pyriformis, в качестве тест-объектов для оценки токсичности различных веществ. Tetrahymena pyriformis обладают рядом преимуществ, таких как простота культивирования, короткий жизненный цикл и высокая чувствительность к различным токсикантам. Они активно используются в биоанализе воды, почвы и пищевых продуктов. В связи с этим, изучение влияния различных форм селена на Tetrahymena pyriformis представляет значительный интерес для оценки безопасности кормовых добавок. Исследование токсичности селена на инфузориях может предоставить ценную информацию о потенциальных рисках, связанных с использованием селенизированных кормов, и помочь в разработке более безопасных и эффективных стратегий кормления сельскохозяйственных животных. Результаты данного исследования могут быть использованы для разработки рекомендаций по безопасному использованию селенизированных кормов в животноводстве. Полученная информация позволит оптимизировать дозировки селена в кормах, минимизировать риски негативного воздействия на здоровье животных и человека, а также повысить эффективность производства сельскохозяйственной продукции. Кроме того, результаты исследования расширят знания о механизмах токсического действия селена на одноклеточные организмы и будут полезны для дальнейших исследований в области токсикологии и экологии.

The study of toxic and biological parameters of feed with the addition of selenium

Popov P.A.
The All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology is a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center – All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences" (VNIIVSGE is a branch of the Federal State Budgetary Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences)

Key words: toxic and biological parameters, selenium, feed, antioxidant activity.

Abstract. Selenium is an essential trace element that plays an important role in maintaining animal and human health. It is a part of selenoproteins involved in antioxidant protection, thyroid hormone metabolism, and the immune system. Adding selenium to feed for farm animals has become a common practice to improve their productivity and product quality. However, despite its beneficial properties, selenium in high concentrations can exhibit toxic effects. Therefore, the study of the safety of feed with the addition of selenium is an urgent task. In recent years, more and more attention has been paid to the use of single-celled organisms, such as Tetrahymena pyriformis ciliates, as test objects for assessing the toxicity of various substances. Tetrahymena pyriformis has a number of advantages such as ease of cultivation, short life cycle and high sensitivity to various toxicants. They are actively used in bioanalysis of water, soil and food products. In this regard, the study of the effect of various forms of selenium on Tetrahymena pyriformis is of considerable interest for assessing the safety of feed additives. The study of selenium toxicity in ciliates can provide valuable information about the potential risks associated with the use of selenized feed and help in the development of safer and more effective strategies for feeding farm animals. The results of this study can be used to develop recommendations for the safe use of selenized feed in animal husbandry. The information obtained will optimize the dosage of selenium in feed, minimize the risks of negative effects on animal and human health, and increase the efficiency of agricultural production. In addition, the results of the study will expand knowledge about the mechanisms of selenium's toxic effect on unicellular organisms and will be useful for further research in the field of toxicology and ecology.

Введение

Дефицит селена (Se) является глобальной проблемой, затрагивающей здоровье человека и животных. Селен – эссенциальный микроэлемент, входящий в состав селенопротеинов, играющих ключевую роль в антиоксидантной защите, иммунной системе и метаболизме тиреоидных гормонов [1]. В животноводстве дефицит селена приводит к снижению продуктивности, повышенной восприимчивости к заболеваниям и ухудшению качества мясо-молочной продукции [3, 4, 21, 22].

Недостаток селена в почве является основной причиной его дефицита у животных, особенно в регионах с низким содержанием этого элемента в геохимической среде [2]. Растения, потребляющие селен из почвы, являются основным источником этого микроэлемента для травоядных животных. Следовательно, низкое содержание селена в почве напрямую отражается на его уровне в кормах и, в конечном итоге, на здоровье и продуктивности скота. Климатические условия также играют роль: засушливые регионы с щелочными почвами часто испытывают повышенный дефицит селена, поскольку снижается его доступность для растений.

Клинические признаки дефицита селена у животных варьируются в зависимости от вида, возраста и степени недостаточности. У молодняка часто наблюдаются заболевания, такие как беломышечная болезнь, характеризующаяся дегенеративными изменениями в мышцах сердца и скелета. У взрослых животных дефицит селена может проявляться в виде снижения репродуктивной функции, замедления роста, повышенной восприимчивости к инфекциям и иммунодефицитным состояниям [3, 15]. Важно отметить, что дефицит селена часто усугубляется недостатком витамина Е, так как эти два вещества оказывают синергическое действие в антиоксидантной защите организма [21, 22].

Один из способов борьбы с дефицитом селена – обогащение кормов для сельскохозяйственных животных этим микроэлементом. Однако при использовании неорганических форм селена, таких как селенит или селенат натрия, существует высокий риск интоксикации [5-8]. Органические формы селена, например, селенометионин и селеноцистеин, считаются более безопасными и биодоступными [6, 7-22].

В связи с этим, актуальным является изучение токсико-биологических показателей кормов, обогащенных селеном в различных формах, с целью определения оптимальных дозировок и обеспечения безопасности для животных. Тетрахимена пеформис (Tetrahymena pyriformis) – свободноживущая инфузория, широко используемая в качестве модельного организма для оценки токсичности различных веществ [8, 9]. Благодаря простоте культивирования, короткому жизненному циклу и высокой чувствительности к изменениям в окружающей среде, тетрахимены позволяют быстро и эффективно оценивать потенциальную токсичность кормов, обогащенных селеном [10, 11].

Цель исследования – оценить токсико-биологические показатели корма с добавлением селена в различных концентрациях на T. pyriformis. Задачи исследования: определить влияние добавления селена в корм на выживаемость и скорость роста T. pyriformis; оценить изменения морфологических параметров T. pyriformis (размер, форма) под воздействием селена; исследовать влияние селена на активность ферментов антиоксидантной защиты T. pyriformis (супероксиддисмутаза, каталаза); определить концентрации селена, не оказывающие токсического воздействия на T. pyriformis.

Материалы и методы

В работе использовали культуру T. pyriformis (WH14). Культивирование проводили в стерильной среде PPT (Proteose Peptone Tryptone) при температуре 28 °C в темноте [11].

В качестве корма использовали стандартный коммерческий корм для птицы ПК5 (далее – контрольный корм). Для получения корма с добавлением селена, контрольный корм измельчали и добавляли раствор селенита натрия (Na2SeO3) в различных концентрациях (0,1; 1,0; 10,0 и 100,0 мкг Se/г корма). Полученные корма высушивали и хранили в сухом темном месте.

Для оценки токсичности корма с добавлением селена проводили следующие эксперименты:

Определение выживаемости и скорости роста T. pyriformis: T. pyriformis культивировали в среде PPT с добавлением контрольного корма и корма с различной концентрацией селена. Ежедневно подсчитывали количество клеток в каждой группе в течение 72 часов. Выживаемость определяли как процент живых клеток от общего числа клеток. Скорость роста рассчитывали по формуле:

Рисунок 1. Рост T. Pyriformis при концентрации 1,0 мкг Se/г корма
Figure 1. Growth of T. Pyriformis at a concentration of 1,0 mcg Se/g of feed

Рисунок 2. Рост T. Pyriformis при концентрации 10 мкг Se/г корма
Figure 2. Growth of T. Pyriformis at a concentration of 10 micrograms Se/g of feed

$\mu = (\ln(N2) - \ln(N1)) / (t2 - t1)$ (1),

где: μ – скорость роста, N1 – количество клеток в момент времени t1, N2 – количество клеток в момент времени t2.

Оценка морфологических параметров T. pyriformis: T. pyriformis фиксировали раствором формалина (4%) и изучали под микроскопом (Olympus CX41) с использованием окулярного микрометра. Измеряли длину и ширину клеток, рассчитывали соотношение длины к ширине.

Определение активности ферментов антиоксидантной защиты: активность супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы (САТ) определяли спектрофотометрически в гомогенатах T. pyriformis с использованием наборов реактивов (Sigma-Aldrich) согласно инструкциям производителя.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программного пакета Statistica 10.0. Данные представлены как среднее ± стандартная ошибка. Статистическую значимость различий между группами оценивали с помощью ANOVA с последующим post-hoc тестом Тьюки. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты показали, что добавление селена в корм оказывает дозозависимое влияние на выживаемость и скорость роста T. pyriformis

При низких концентрациях селена (0,1 и 1,0 мкг Se/г корма) наблюдалось незначительное увеличение скорости роста T. pyriformis по сравнению с контрольной группой. Это может быть связано с тем, что селен в небольших количествах является необходимым микроэлементом для роста и развития T. pyriformis, усиливая их антиоксидантную защиту и метаболические процессы (рис. 1).

Однако при более высоких концентрациях селена (10,0 и 100,0 мкг Se/г корма) наблюдалось значительное снижение выживаемости и скорости роста T. pyriformis. В группе с концентрацией селена 100,0 мкг Se/г корма выживаемость составляла менее 50 % через 72 часа культивирования. Это свидетельствует о токсическом воздействии селена в высоких концентрациях. Вероятно, высокие концентрации селена приводят к оксидативному стрессу, повреждению ДНК и клеточных мембран T. pyriformis (рис. 2).

Добавление селена в корм оказывает влияние на морфологические параметры T. pyriformis

При воздействии высоких концентраций селена (10,0 и 100,0 мкг Se/г корма) наблюдалось уменьшение размеров клеток T. pyriformis и изменение их формы. Клетки становились более округлыми, что может быть связано с нарушением цитоскелета и изменением поверхностного натяжения клеточной мембраны. Данные изменения являются признаком стресса, испытываемого клетками под воздействием токсического вещества.

Активность ферментов антиоксидантной защиты (СОД и САТ) изменялась под воздействием селена. При низких концентрациях селена (0,1 и 1,0 мкг Se/г корма) наблюдалось повышение активности СОД и САТ, что свидетельствует об активации антиоксидантной системы T. pyriformis в ответ на воздействие селена. Это подтверждает предположение о том, что селен в небольших количествах может оказывать положительное влияние на антиоксидантную защиту T. pyriformis.

Однако при более высоких концентрациях селена (10,0 и 100,0 мкг Se/г корма) наблюдалось снижение активности СОД и САТ. Это может быть связано с истощением антиоксидантных резервов T. pyriformis, вызванных оксидативным стрессом, или с прямым ингибированием ферментов селеном.

Добавление селена в корм оказывает дозозависимое влияние на выживаемость и скорость роста T. pyriformis. Низкие концентрации селена (0,1 и 1,0 мкг Se/г корма) могут стимулировать рост T. pyriformis, в то время как высокие концентрации (10,0 и 100,0 мкг Se/г корма) оказывают токсическое воздействие.

Высокие концентрации селена вызывают изменения морфологических параметров T. pyriformis, приводя к уменьшению размеров клеток и изменению их формы.

Активность ферментов антиоксидантной защиты (СОД и САТ) изменяется под воздействием селена. При низких концентрациях селена наблюдается повышение активности ферментов, при высоких – снижение.

Концентрации селена, не оказывающие токсического воздействия на T. pyriformis, составляют менее 1,0 мкг Se/г корма.

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование селена в качестве кормовой добавки требует тщательного контроля дозировок. Превышение допустимых концентраций селена может оказывать токсическое воздействие на живые организмы, включая T. pyriformis. Использование T. pyriformis в качестве модельного организма позволяет быстро и эффективно оценивать токсичность кормов, обогащенных селеном, и определить оптимальные дозировки этого микроэлемента. Дальнейшие исследования необходимы для определения влияния различных форм селена на T. pyriformis и другие модельные организмы, а также для разработки безопасных и эффективных стратегий обогащения кормов селеном.

Перспективным направлением исследований является изучение механизмов воздействия селена на T. pyriformis на молекулярном уровне. Выявление генов и белков, участвующих в метаболизме и детоксикации селена, позволит разработать более точные методы оценки токсичности и эффективности селеносодержащих кормовых добавок. Кроме того, понимание этих механизмов может способствовать разработке новых стратегий снижения токсичности селена и повышения его биодоступности.

В дальнейшем необходимо расширить исследования, включив в них различные модельные организмы, представляющие разные трофические уровни. Это позволит получить более полную картину воздействия селена на экосистемы и разработать более безопасные и устойчивые стратегии обогащения кормов селеном. Также, необходимо учитывать взаимодействие селена с другими микроэлементами и нутриентами, поскольку они могут оказывать синергетическое или антагонистическое воздействие на усвоение и метаболизм селена.

Литература

1. Бутко М.П. Требования по обеспечению безопасности и ветеринарно-санитарная экспертиза мёда пчелиного. Монография. / М.П. Бутко, А.С. Герасимов, Т.Ф. Посконная и др. Под общей редакцией М.П. Бутко, А.М. Смирнова. - М.: Издательский дом "Научная библиотека", 2019. - 562 с.
2. Бутко М.П. Биологическая ценность и токсико-биологические показатели продуктов убоя свиней при эхинококкозе и альвеококкозе. / М.П. Бутко, П.А. Попов, С.А. Лавина и др. // Российский журнал "Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии".- 2019. - № 4 (32). - С. 364-369.
3. Долгов В.А. Методические аспекты и практическое применение ускоренной биологической оценки кормов, продуктов животноводства и других объектов ветеринарно-санитарного и экологического контроля. / В.А. Долгов: дисс. … докт. вет. наук. - М., 1992.
4. Игнатьев А.Д. Использование инфузории тетрахимены пириформис как тест-объекта при биологических исследованиях в сельском хозяйстве. / А.Д. Игнатьев, В.Я. Шаблий. - М.: ВАСХНИЛ, 1978. - 50 с.
5. Лавина С.А. Биотесты на основе ферментных систем для оценки токсического действия ксенобиотиков на объекты ветеринарно-сани-

тарного и экологического контроля. / С.А. Лавина: дисс. … докт. биол. наук. - М., 2002.
6. Методические рекомендации для использования экспресс-метода биологической оценки продуктов и кормов. - М.: ВАСХНИЛ, 1990.
7. Методические указания по использованию инфузорий Tetrahymena pyriformis в качестве тест-культуры в приборе "Биотестер-2". - М.: Департамент ветеринарии МСХ РФ, 2000. - № 13-7-2/2157.
8. Методические указания по ускоренному определению токсичности продуктов животноводства и кормов. - М.: Департамент ветеринарии МСХ РФ, 2000, № 13-7-2/2156.
9. Методическое пособие по биотестовой оценке качества и безопасности различных объектов ветеринарно-санитарного и экологического контроля. - М.: РАСХН, 2010.
10. Осипова И.С. Определение биологической ценности и токсико-биологических показателей продуктов убоя свиней при аскариозе. / И.С. Осипова, М.П. Бутко, П.А. Попов // Российский журнал "Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии".- 2019. - № 4 (32) - С. 370-374.
11. Попов П.А. Определение биологической ценности и токсико-биологических показателей продуктов убоя при фасциолезе. / П.А. Попов, И.С. Осипова. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2019. - № 4 (52). - С. 91-93.
12. Fairweather-Tait S.J. Selenium in human health and disease. / S.J. Fairweather-Tait et al. // Antioxidants & Redox Signaling. - 2011. - № 14.7. - P. 1337-1383.
13. Frankel J. What, when, and where: Pattern formation in Tetrahymena. / J. Frankel // Current Topics in Developmental Biology. - 2001. - № 52. - P. 65-102.
14. Hill R.J. The growth and reproduction of Tetrahymena pyriformis in defined media. /R.J. Hill,// Journal of Protozoology. - 1972. - № 19.3. - P. 356-364.
15. Kryukov G.V. Selenium metabolism and selenoproteins in mammals. / G.V. Kryukov et al. // Annual Review of Nutrition. - 2003. - № 23. - P. 217-245.
16. L? B. Toxicity assessment of nanoparticles using Tetrahymena pyriformis: A mini-review. / B. L? et al. // Science of The Total Environment. - 2018. - № 630. - P. 733-744.
17. Rayman M.P. Selenium and human health. / M.P. Rayman // The Lancet . - 2000. - № 356.9225. - P. 233-241.
18. Rotruck J.T. Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. / J.T. Rotruck et al. // Science. - 1973. - № 179.4073. - P. 588-590.
19. Schrauzer G.N. Selenium: nutritional, toxicological, and therapeutic aspects. / G.N. Schrauzer // Advances in Nutritional Research. - 1988. - № 9. - P. 303-323.
20. Surai P.F. Selenium in poultry nutrition. 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. / P.F. Surai // World's Poultry Science Journal. - 2002. - № 58.3. - P. 333-347.
21. Whanger P.D. Metabolic interrelationships of selenium with cadmium, mercury, and silver. / P.D. Whanger // Advances in Nutritional Research. - 1979. - № 2. - P. 221-250.
22. Xu C. Application of Tetrahymena pyriformis in ecotoxicological assessment: A review. / C. Xu et al. // Environmental Pollution. - 2018. - № 235. - P. 105-115.

References

1. 1. Butko M.P. Trebovaniya po obespecheniyu bezopasnosti i veterinarno-sanitarnaya e`kspertiza myoda pchelinogo. Monografiya. / M.P. Butko, A.S. Gerasimov, T.F. Poskonnaya i dr. Pod obshhej redakciej M.P. Butko, A.M. Smirnova. - M.: Izdatel`skij dom "Nauchnaya biblioteka", 2019. - 562 s.
2. Butko M.P. Biologicheskaya cennost` i toksiko-biologicheskie pokazateli produktov uboya svinej pri e`xinokokkoze i al`veokokkoze. / M.P. Butko, P.A. Popov, S.A. Lavina i dr. // Rossijskij zhurnal "Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii". - 2019. - № 4 (32). - S. 364-369.
3. Dolgov V.A. Metodicheskie aspekty` i prakticheskoe primenenie uskorennoj biologicheskoj ocenki kormov, produktov zhivotnovodstva i drugix ob``ektov veterinarno-sanitarnogo i e`kologicheskogo kontrolya. / V.A. Dolgov: diss. … dokt. vet. nauk. - M., 1992.
4. Ignat`ev A.D. Ispol`zovanie infuzorii tetraximeny` piriformis kak test-ob``ekta pri biologicheskix issledovaniyax v sel`skom xozyajstve. / A.D. Ignat`ev, V.Ya. Shablij. - M.: VASXNIL, 1978. - 50 s.
5. Lavina S.A. Biotesty` na osnove fermentny`x sistem dlya ocenki toksicheskogo dejstviya ksenobiotikov na ob``ekty` veterinarno-sanitarnogo i e`kologicheskogo kontrolya. / S.A. Lavina: diss. … dokt. biol. nauk. - M., 2002.
6. Metodicheskie rekomendacii dlya ispol`zovaniya e`kspress-metoda biologicheskoj ocenki produktov i kormov. - M.: VASXNIL, 1990.
7. Metodicheskie ukazaniya po ispol`zovaniyu infuzorij Tetrahymena pyriformis v kachestve test-kul`tury` v pribore "Biotester-2". - M.: Departament veterinarii MSX RF, 2000. - № 13-7-2/2157.
8. Metodicheskie ukazaniya po uskorennomu opredeleniyu toksichnosti produktov zhivotnovodstva i kormov. - M.: Departament veterinarii MSX RF, 2000, № 13-7-2/2156.
9. Metodicheskoe posobie po biotestovoj ocenke kachestva i bezopasnosti razlichny`x ob``ektov veterinarno-sanitarnogo i e`kologicheskogo kontrolya. - M., RASXN, 2010.
10. Osipova I.S. Opredelenie biologicheskoj cennosti i toksiko-biologicheskix pokazatelej produktov uboya svinej pri askarioze. / I.S. Osipova, M.P. Butko, P.A. Popov // Rossijskij zhurnal "Problemy` veterinarnoj sanitarii, gigieny` i e`kologii". - 2019. - № 4 (32) - S. 370-374.
11. Popov P.A. Opredelenie biologicheskoj cennosti i toksiko-biologicheskix pokazatelej produktov uboya pri fascioleze. / P.A. Popov, I.S. Osipova. // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2019. - № 4 (52). - S. 91-93.

Для цитирования / For citation

Попов П.А. Изучение токсико-биологических показателей корма с добавлением селена // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.116–119.

Popov P.A. The study of toxic and biological parameters of feed with the addition of selenium // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.116–119.

Пресс-релиз/ Press-release

Завершена фаза исследований по применению биостимуляторов при инкубации яиц

В последние годы птицеводство становится все более важным направлением сельского хозяйства, в особенности с учетом растущего спроса на мясо птицы. Основные достижения в области бройлерного птицеводства связаны с внедрением новых технологий, одной из которых является применение биостимуляторов. Практические рекомендации, полученные в ходе опытов, проведенных начальником отдела "Аспирантура" Всероссийского государственного Центра качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов (ФГБУ "ВГНКИ") Инессой Луговой совместно с коллегами из МГАВМиБ - МВА имени К. И. Скрябина и Международной ветеринарной академии, позволяют улучшить качество цыплят при использовании различных веществ в эмбриональном развитии кур.

Эксперименты ученых, выполненные с 2019 по 2025 год, были направлены на изучение тонкого отдела кишечника у цыплят трех групп: контрольной, опытной и цыплят с аномалиями развития. В опытной группе при обработке яиц использовались растворы биостимуляторов, состоящие из моноэтаноламина, янтарной кислоты, серина и витамина В6. Научные выводы основывались на анализе гистологических изменений и морфометрических показателей, таких как толщина слизистого и мышечного слоев двенадцатиперстной кишки, а также высота энтероцитов (клеток кишечника).

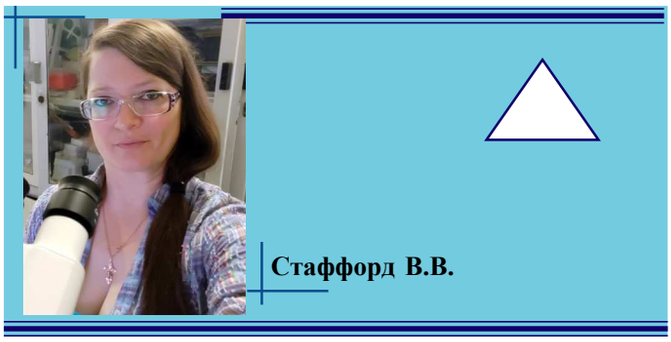
Важным периодом в исследовании стал суточный возраст цыплят, когда было зафиксировано, что у особей, где использовали биологически активные вещества, отмечено улучшение морфометрических показателей. В частности, установлено увеличение толщины слизистого и мышечного слоев кишечника по сравнению с контрольной группой, а также с цыплятами, имеющими аномалии развития.

В 42-дневном возрасте также было отмечено, что у цыплят контрольной группы и цыплят опытной группы различия в толщине слоев тонкого отдела кишечника сохранялись в пользу последней.

Таким образом, результаты показали, что применение биостимуляторов способствует лучшему развитию ткани кишечника, что, в свою очередь, может обеспечить более эффективное усвоение кормов и повышение мясной продуктивности.

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-27



УДК 619, 616-018, 57.083.3

Определение количества Т-лимфоцитов в мазках крови поросят-отъёмышей

Стаффорд В.В., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник v.v.stafford.viev@mail.ru
ФГБНУ "ФНЦ – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН", г.Москва.

Ключевые слова: мазок крови, поросята, иммуноцитохимический анализ, антитело, иммунитет, Т-лимфоцит.

Резюме. В статье представлены данные количественного подсчёта Т-лимфоцитов в мазках крови невакцинированных поросят-отъёмышей. В работе применена непрямая иммуноцитохимическая реакция с антителами к CD-маркёрам человека для определения количества Т-лимфоцитов (CD3), цито-токсических Т-клеток (CD8) и Т-хелперов (CD4) свиней. Количество положительно реагирующих в реакции клеток считали в не менее чем 300 всех лейкоцитов в мазке крови, для идентификации которых ядра клеток красили гематоксилином Майера, а положительно реагирующие клетки идентифицировали по окраске пероксидазы хрена (метка вторичных антител) хромогеном (смесь 3-амино-9-этилкарбазола с N,N-диметилформамидом). Было установлено наличие клеток с высокой и низкой экспрессией CD маркёров, что указывает на степень их дифференцировки и зрелости. В результате подсчёта клеток было установлено, что в мазках крови 60–80- суточных поросят-отъёмышей количество Т-лимфоцитов с низкой экспрессией антигена составляет 34,88 %, Т-хелперов – 21,67 %, цитотоксических Т-клеток – 12,06 % из всех посчитанных лейкоцитов, а количество Т-лимфоцитов с высокой экспрессией антигена, в тех же условиях, составило 3,17 %, Т-хелперов – 2,46 % и цитотоксических Т-клеток – 1,83 % из не менее чем 300 всех лейкоцитов в мазке. Полученные данные показывают, что количество Т-лимфоцитов, завершивших свою дифференцировку значительно меньше, что возможно указывает на этап формирования клеточного и опосредованно гуморального иммунитета у поросят в данном возрасте. Кроме этого, в результате исследования, единично были выявлены поросята, у которых количество Т-хелперов значительно отличалось от средне группового показателя, в сторону увеличения, что статистически показывало высокую степень дисперсии результатов внутригруппового анализа данных. Такая ситуация, вероятно, связана с индивидуальной реакцией организма, не исключающей наличие инфекционной, паразитарной, или грибковой инфекции, а также нарушения аутоиммунного состояния, что требует ещё более детального изучения, однако, является затруднительным ввиду отсутствия отечественного производства необходимых видоспецифичных антител.

Determination of the quantity of T-lymphocytes in blood smears of weaned piglets

Stafford V.V.,
Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV" (Moscow, Russia)

Key words: blood smear, piglets, immunocytochemical analysis, antibody, immunity, T-lymphocyte.

Abstract. The article presents data on the quantitative count of T-lymphocytes in blood smears of unvaccinated piglets. In this study we used an indirect immunocytochemical reaction with human CD markers antibodies to determine the quantity of T-lymphocytes (CD3), cytotoxic T-cells (CD8), and T-helpers (CD4) in pigs. The quantity of positive cells was counted in at least 300 specimens of all white blood cells in the blood smear, and the nuclei of the cells were stained with Mayer's hematoxylin to identify them. The positively reacting cells were identified by staining the peroxidase-labeled antibodies with a chromogen (a mixture of 3-amino-9-ethylcarbazole and N,N-dimethylformamide). The presence of cells with high and low expression of CD markers was determined. Perhaps it indicates their degree of differentiation and maturity. As a result of cell counting, it was found that in blood smears of 60–80-day-old weaned piglets, the quantity of T-lymphocytes with low antigen expression is 34.88%, T-helper cells – 21.67%, cytotoxic T cells – 12.06% of all counted leukocytes, and the number of T-lymphocytes with high antigen expression, in the same It was 3.17%, T helper cells – 2.46% and cytotoxic T cells – 1.83% of at least 300 of all leukocytes in the smear. The obtained data show that the number of T-lymphocytes that have completed their differentiation is significantly lower, which may indicate the stage of formation of cellular and indirectly humoral immunity in piglets at this age. In addition, the study revealed a few piglets whose number of T-helpers significantly differed from the average group value, with an increase, which statistically demonstrated a high degree of dispersion of the results in the intragroup analysis. This situation is likely to be related to an individual's body's response, which may include an infectious, parasitic, or fungal infection, as well as an autoimmune disorder, it requiring further investigation. However, this is challenging due to the lack of domestic production of the necessary species-specific antibodies.

Введение

Известно, что Т-лимфоциты подразделяясь на разные типы выполняют соответствующие функции и участвуют в формировании непосредственного (клеточного) и опосредованного (гуморального) иммунного ответа. Углублённое изучение тонкостей клеточного и гуморального иммунитета требует применение сложных научных методов и подходов, среди которых в России получил широкое распространение метод розеткообразования с эритроцитами барана – носителями специфического маркера, позволяющего фенотипировать субпопуляции Т-лимфоцитов свиней по принципу разной теофиллинчувствительности данных клеток [1, 2]. Изучение зарубежной литературы показало, что в качестве "золотого стандарта" иностранные специалисты для определения иммунного ответа животных как при исследовании новых вакцин, так и при инфекционных процессах используют методы иммуноцито- и иммуногистохимического анализа, основанного на принципе комплементарности специфических антител к кластерам дифференцировки исследуемых иммунокомпетентных клеток. При помощи данных методов в работах коллег показано, что Т-клетки свиней представлены с экспрессией CD-маркёров сходной с экспрессией антигенов кластеров дифференцировки Т-лимфоцитов человека, в частности CD4 и CD8 [8], кроме этого, было установлено, что у свиней определяется более высокое содержание γδТ-клеток, чем у людей и мышей, а также, что на поверхности Т-хелперов одновременно экспрессируются рецепторы CD2, CD3 и CD5 [7].

В процессе изучения иммунного ответа у свиней, к примеру, при развитии инфекционного процесса, было установлено, что Т-лимфоциты периферической крови поддерживают репликацию вируса ЦВС-2 [4, 6] на фоне общего снижения лимфоцитов в крови. Схожая ситуация показана и при инфицировании свиней вирусом РРСС [2], где также наблюдали лимфопению и дезорганизацию в субпопуляции Т-лимфоцитов [3, 5]. Также, имеются сообщения о том, что при изучении иммунного статуса свиней, находящихся в латентной стадии заболевания ЦВС-2 и РРСС, наоборот, повышается количество Т-лимфоцитов в периферической крови, что кардинально отличается от клинического проявления болезни [8].

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал наличие массивного пласта научных работ в области иммунитета при инфекционных процессах и у вакцинированных животных. Однако данных о возрастной динамике иммунокомпетентных клеток в организме животных крайне мало. Стоит отметить, что в Российской Федерации нет производства таких видоспецифичных антител, а опыт зарубежных коллег даёт возможность, в качестве альтернативы для иммунофенотипирования Т-лимфоцитов свиней, использовать наиболее доступные антитела – к CD маркёрам человека.

Получение новых знаний в данной области могло бы способствовать развитию практического применения данного метода в период перед вакцинацией, для оценки рисков вспышек болезней, и в поствакцинальный период, для оценки иммунного статуса поголовья.

Цель исследования заключается в определении количества Т-лимфоцитов в мазках крови не вакцинированных, клинически здоровых поросят-отъёмышей, для оценки возможности практического применения малоинвазивного метода (мазок крови).

Материалы и методы

В качестве объекта исследования были использованы мазки крови от 10 голов не вакцинированных, клинически здоровых поросят-отъемышей в возрасте 60–80 дней. Кровь для исследования отбирали из подключичной вены в вакуумные пробирки с K_3EDTA и в пробирки с активатором свёртывания. Отобранные пробы доставляли в лабораторию не позднее 3 часов с момента взятия крови. Температура при транспортировке составляла 5^0 С. Полученную сыворотку крови проверяли на присутствие геномов вирусов цирковируса 2 типа (ЦВС-2) и репродуктивно-респираторного синдрома свиней (РРСС) методами ПЦР-РВ и ИФА. Перед изготовлением мазка крови, пробирку со стабилизированной кровью аккуратно перемешивали до получения гомогенного состояния, затем из полученной цельной крови готовили мазки, от каждого животного для выявления Т-лимфоцитов (CD3), цитотоксических Т-клеток (CD8) и Т-хелперов (CD4). После, мазки крови высушивали, фиксировали 20 минут в 96^0 этиловом спирте, затем снова высушивали при комнатной температуре и готовили для выполнения непрямой иммуноцитохимической (ИЦХ) реакции. Иммуноцитохимическую реакцию выполняли согласно разработанной ранее методике. Для этого, в качестве первичных антител (АТ) использовали моноклональные антитела мыши к кластерам дифференцировки лимфоцитов человека (ООО "Сорбент", Россия): CD 3, CD4, CD8. В качестве вторичных

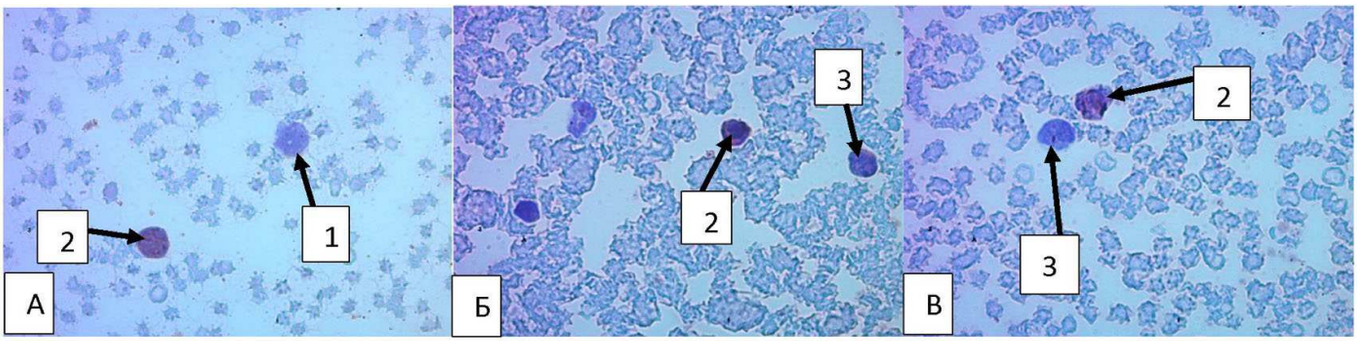


Рисунок. Мазок крови интактного поросенка-отъемыша, непрямая ИЦХ реакция: А. CD3 Т-лимфоцит; Б. CD4 Т-хелпер; В. CD8 цитотоксическая Т-клетка. 1 - клетки с низкой экспрессией антигена CD; 2 - клетки с высокой экспрессией антигена CD; 3 - лимфоциты с отрицательной ИЦХ реакцией. Непрямая ИЦХ реакция, гематоксилин Майера. Ув. 630.

Figure. Blood smear of an intact weaned piglet, indirect ICC reaction: A. CD3 T-lymphocyte; B. CD4 T-helper cell; C. CD8 cytotoxic T-cell. 1 - cells with low CD marker expression; 2 - cells with high CD marker expression; 3 - lymphocytes with negative ICC reaction. Indirect ICC, Mayer's hematoxylin. Magnification 630.

Таблица. Среднее количество Т-лимфоцитов в мазке крови поросят.
Table. Average number of T-lymphocytes in a piglet blood smear.

Кластер дифференцировки лейкоцитов	Общее число лейкоцитов	Т-клетки с низкой экспрессией антигена маркера	% Т-клеток с низкой экспрессией антигена от общего числа лейкоцитов	Т-клетки с высокой экспрессией антигена маркера	% Т-клеток с высокой экспрессией антигена от общего числа лейкоцитов
CD3	308,8±3,12	107,7±8,48	34,88	9,8±7,28	3,17
CD4	309,2±4,37	67±11,10	21,67	7,6±6,36	2,46
CD8	311±2,26	37,5±3,67	12,06	5,7±2,91	1,83

АТ использовали поликлональные антивидовые АТ Donkey Anti-Mouse IgG Antibody, HRP conjugate (Sigma-Aldrich, США). Ядра клеток докрашивали гематоксилином Майера.

Оценку результатов ИЦХ реакции для идентификации CD3, CD4 и CD8-Т-лимфоцитов, в мазках крови от 10 голов интактных поросят-отъемышей, выполняли путём подсчёта антигенпозитивных клеток не менее чем в 300 лейкоцитах в мазке при увеличении в 630 раз, в трёх повторениях для каждого отдельно взятого CD-маркера.

Статистический анализ полученных результатов выполняли в программе Microsoft Excel и при помощи статистических формул.

Результаты исследования

Согласно результатам ИФА и ПЦР-РВ исследуемые животные были свободны от ЦВС-2 и РРСС.

Реакцию ИЦХ выполняли в трёх повторениях для каждого животного и для каждого маркёра. В процессе анализа результатов ИЦХ реакции в мазках крови была установлена выраженная специфичность окраски пероксидазной метки вторичных АТ хромогеном. Так, за высокую экспрессию антигена CD-маркёра брали клетки, у которых вся поверхность была окрашена хромогеном в тёмно-коричневый цвет, а за низкую экспрессию антигена принимали клетки со светло-коричневым окрашиванием метки АТ, которое визуализировалось значительно слабее (рис.).

Наблюдаемая картина может свидетельствовать и как о степени зрелости лимфоцита, так и о происходящих в нём биохимических процессах, а также и о наличии патологического состояния различной этиологии в организме животного. Стоит отметить, что основная дифференцировка Т-лимфоцитов происходит в тимусе, однако дозревание и "знакомство" с другими антигенами происходит в лимфатических узлах и селезёнке, что подразумевает миграцию клеток из тимуса по периферической крови, поэтому понимание соотношения разных видов Т-лимфоцитов имеет диагностическое значение. Опираясь на данный факт, мы выполнили подсчёт основных видов Т-лимфоцитов в мазках периферической крови 10 поросят-отъёмышей, в результате чего получили данные, представленные в таблице.

Исходя из представленных в таблице результатов видно значительное колебание показателя среднестатистического отклонения при анализе количества лимфоцитов, положительно реагирующих в ИЦХ реакции с Т-хелперами (CD4) с высокой экспрессией антигена, что повлекло за собой повышение дисперсии результатов среди исследуемых поросят и увеличение среднестатистического отклонения общего значения Т-лимфоцитов (CD3). Поскольку Т-хелперы являются регуляторными клетками, отвечающими за активацию макрофагов, стимуляцию В-лимфоцитов и регуляцию других Т-клеток, можно предположить наличие индивидуального состояния организма у отдельно взятого поросёнка. Однако подобное наблюдение не отрицает и возможное развитие как инфекционного (в латентной стадии), так и паразитарного процесса, и не исключает нарушение аутоиммунного состояния, что требует более детального изучения причин дисбаланса между Т-лимфоцитами, особенно при отсутствии клинических признаков болезни.

Вывод

Полученные нами результаты дают возможность использования данного метода реакции в мазках крови поросят для оценки их иммунного статуса, что дополняет уже имеющиеся методы и расширяет возможности практического применения анализа для построения стратегии ветеринарных мероприятий и изучения патогенеза болезни в научных целях.

Работа выполнена в рамках Государственного задания FGUG-2025-0005.

Литература

1. Крячко О.В. Состояние клеточного иммунитета у свиней разных возрастных групп в патогенезе неспецифической бронхопневмонии. / О.В. Крячко, А.П. Шафиев, Л.А. Лукоянова // Международный вестник ветеринарии. - 2021. - № 2. - С. 210-214.
2. Состояние гуморальной и клеточной систем иммунитета у свиней с репродуктивно-респираторным синдромом свиней. / А.Г. Ключинков и др. // Ветеринарная патология. - 2011. - № 1-2. - С. 40-43.
3. Association of lymphopenia with porcine circovirus type 2 induced postweaning multisystemic wasting syndrome (PMWS). / J. Nielsen et al. // Vet Immunol Immunopathol. - 2003. - Vol. 92. - P. 97-111.
4. Characterization of porcine circovirus type 2 (PCV2) infection in swine lymphocytes using mitogen-stimulated peripheral blood lymphocytes from healthy PCV2-carrier pigs. / C.M. Lin et al. // Vet. Immunol. Immunopathol. - 2008. - Vol.124. - P. 355-366.
5. Immunohistochemical characterisation of the lymph node reaction inpig post-weaning multisystemic wasting syndrome (PMWS). / G. Sarli et al. // Vet Immunol Immunopathol. - 2001. - Vol. 83. - P. 53-67.
6. Increased porcine circovirus type 2 replication in porcine leukocytes in vitro and in vivo by concanavalin A stimulation. / D.J. Lefebvre et al. // Vet Microbiol. - 2008. - Vol. 132. - P. 74-86.
7. Sinkora M. Progress in the use of swine in developmental immunology of B and T lymphocytes. / M. Sinkora, J.E. Butler // Developmental & Comparative Immunology. - 2016. - Vol. 58. - P. 1-17.
8. The comparative profile of lymphoid cells and the T and B cell spectratype of germfree piglets infected with viruses SIV, PRRSV or PCV2. / M. Sinkora et al. // Veterinary Research. - 2014. - Vol. 45 (1). - P. 91 doi: 10.1186/s13567-014-0091-x.

Reference

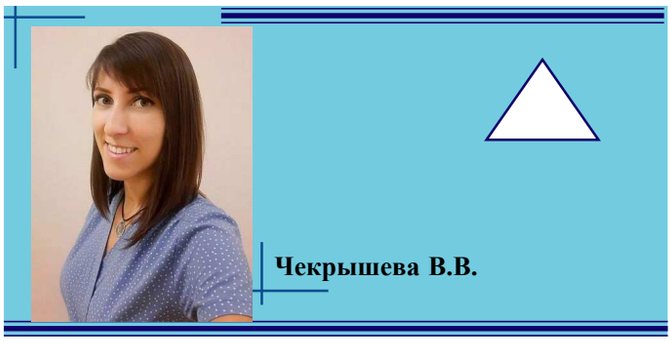
1. Kryachko O.V. The state of cellular immunity in pigs of different age groups in the pathogenesis of nonspecific bronchopneumonia. / O.V. Kryachko, A.P. Shafiev, L.A. Lukoyanova // International bulletin of veterinary medicine. - 2021. - № 2. - C. 210-214.
2. The state of the humoral and cellular immune systems in pigs with reproductive and respiratory syndrome. / A.G. Klyuchnikov et al. // Russian journal of veterinary pathology. - 2011. - № 1-2. - C. 40-43.

Для цитирования / Fore citation

Стаффорд В.В. Определение количества Т-лимфоцитов в мазках крови поросят-отъёмышей / Стаффорд В.В. / / / Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.120–122.

Stafford V.V. Determination of the number of T-lymphocytes in blood smears of weaned piglets / Stafford V.V. // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.120–122.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-28



УДК 618:619

Эффективность нового способа терапии эндометрита коров с использованием маточной свечи растительного происхождения

Чекрышева В.В., доктор ветеринарных наук, доцент, директор СКЗНИВИ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ, г. Новочеркасск, Ростовское шоссе, д.0. E-mail: veterinar1987@mail.ru

Ключевые слова: крупный рогатый скот, эндометрит, воспаление, маточная свеча, терапия.

Резюме. В данной статье приведены данные исследований по изучению эффективности нового предложенного нами способа терапии эндометрита у коров с использованием маточной свечи растительного происхождения на основе Кирказона Ломоносовидного. С целью проведения эксперимента было сформировано две группы по принципу параналогов по 20 голов в каждой. Животных контрольной группы лечили путем использования Цефтриаксона внутримышечно из расчета 20 мг/кг ежедневно в течение 7 дней; Сепранола внутриматочно по 2 таблетки с интервалом 24 часа в течение 7 дней; Нитамина внутримышечно из расчета 0,2 мл/10 кг веса животного однократно. Опытную группу животных лечили путем использования Цефтриаксона и Нитамина в тех же дозах, однако препарат Сепранол решили заменить на маточную свечу нашего производства, в состав которой входит Кирказон Ломоносовидный. Свечу вводили в полость матки ежедневно в течение недели. Эффективность предложенного нами способа терапии подтверждена общим клиническим и биохимическим анализами крови исследуемых животных. В ходе проведения исследований установлено, что продолжительность терапевтического курса при эндометрите у коров с использованием комплексной терапии по схеме при помощи антибактериального препарата цефтриаксон из расчета 20 мг/кг с разведением на 1 % лидокаине ежедневно, а также для стимуляции обменных процессов организма применялся препарат "Нитамин" внутримышечно однократно в дозе 0,2–0,25 мл/10 кг живой массы и разработанной нами маточной свечи на основе Кирказона Ломоносовидного составил 4,4±0,5 дней, при этом эффективность способа составила 100 %.

Efficacy of a New Treatment Method for Endometritis in Bovines Using a Herbal Suppository

Chekrysheva V.V.,
of the SKZNIVI – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution FRANTS, Novocherkassk

Key words: cattle, endometritis, inflammation, uterine suppository, therapy.

Abstract. This article presents research data on the effectiveness of our proposed treatment method for endometritis in cows using a uterine suppository of plant origin based on Aristolochia clematis. For the purpose of the experiment, two groups of 20 animals each were formed based on the principle of analogous pairs. Animals in the control group were treated with Ceftriaxone intramuscularly at a dose of 20 mg/kg daily for 7 days; Sepranol intrauterinely, 2 tablets at 24-hour intervals for 7 days; and Nitamin intramuscularly at a single dose of 0.2 ml/10 kg of animal weight. The experimental group of animals was treated with Ceftriaxone and Nitamin in the same doses, however, Sepranol was replaced with a uterine suppository of our own production, which contains Aristolochia clematis. The suppository was inserted into the uterine cavity daily for a week. The effectiveness of our proposed treatment method was confirmed by general clinical and biochemical blood tests of the study animals. During the research it was established that the duration of the therapeutic course for endometritis in cows using complex therapy according to the scheme with the antibacterial drug ceftriaxone at the rate of 20 mg/kg diluted in 1% lidocaine daily, as well as for stimulating the metabolic processes of the body, the drug "Nitamin" was used intramuscularly once at a dose of 0.2–0.25 ml/10 kg of live weight and the uterine suppository developed by us based on Aristolochia clematis was 4.4±0.5 days, while the effectiveness of the method was 100%.

Введение

На сегодняшний день разведение крупного рогатого скота имеет важнейшую роль среди других отраслей сельского хозяйства на территории Российской Федерации. Данный вид деятельности также широко развит на территории Ростовской области и занимает первостепенные позиции в развитии животноводства. Для достижения как количественного, так и качественного роста продукции необходим соответствующий уровень воспроизводства стада молочного скота. Данный показатель зависит от многих составляющих, таких как налаженная селекционная работа, высокий уровень кормления и содержания животных, своевременная, качественная диагностика и лечение заболеваний репродуктивной сферы коров и др. [2, 4, 6]. При этом особое внимание необходимо уделять профилактике бесплодия коров. Причины и формы бесплодия коров многообразны, но, как правило, огромная роль принадлежит симптоматическому бесплодию, вызванному гинекологическими заболеваниями. Ведущее место среди гинекологической патологии занимают эндометриты, составляя более 50 % от общей заболеваемости [1, 3, 4, 7].

Несмотря на достигнутые успехи в изучении причин развития и патогенеза эндометритов, а также наличие многочисленных разработок методов терапии и профилактики

в области ветеринарного акушерства, частота их проявления, особенно в высокопродуктивных молочных стадах, не имеет тенденции к снижению. Наоборот, в связи с организацией крупных специализированных молочных комплексов, высокой концентрации животных на ограниченных площадях наметилась устойчивая тенденция к увеличению у коров патологии родов и послеродового периода [2, 5].

Применение антибиотиков и химиотерапевтических средств для традиционного лечения коров, больных эндометритом, привело к появлению устойчивых штаммов микроорганизмов. Систематическое внутриматочное введение лекарственных препаратов очень часто приводит к нарушению функции маточных желёз, вымыванию слизи, что неизбежно ведет к переходу болезни в хроническую форму. Все это также снижает сортность молока. В связи с этим, также актуален поиск малоинвазивных, безопасных и простых в применении методов и средств профилактики и лечения эндометритов, не требующих выбраковки молока. Разработка новых диагностических и терапевтических мероприятий для лечения эндометритов у крупного рогатого скота позволит снизить экономические затраты при терапии данной патологии по объему сравнимые лишь с профилактическими мероприятиями [2, 3, 7].

При этом необходимо отметить, что, несмотря на достигнутые успехи в области скотоводства, на территории Ростовской области распространение эндометрита имеет по-прежнему довольно обширный характер, что несколько осложняет использование общепринятых терапевтических тактик и профилактику данного заболевания. Таким образом, в каждом регионе патология приобретает свои особенности.

Материалы и методы исследований

Опыт по определению эффективности схем лечения нами проводился на молочных фермах Ростовской области (СПК (Колхоз) "Колос", КФХ Ломаченко). В эксперименте участвовали 40 коров Красной-степной и Черно-пестрой пород, опыт проводился в период с 2022 по 2025 год.

В ходе проведения эксперимента были сформированы две группы по принципу пар-аналогов: опытная и контрольная по 20 голов в каждой.

Диагноз эндометрит ставили с учетом клинического проявления болезни, учитывая данные ректального и вагинального исследований. У коров брали пробы крови для гематологических и биохимических исследований до лечения и через 7 дней после лечения. Способы лечения опытных и контрольных животных представлены в таблице 1.

С целью проведения эксперимента по изучению эффективности нового способа терапии эндометрита у коров с использованием маточной свечи, основой которой служит растительный экстракт, подобрали следующие способы

Рисунок 1. Состояние слизистой оболочки половых путей коров опытной группы до опыта (гиперемия, полосчатые кровоизлияния и отечность)

Figure 1. The condition of the mucous membrane of the genital tract of cows in the experimental group before the experiment (hyperemia, streaky hemorrhages and swelling)

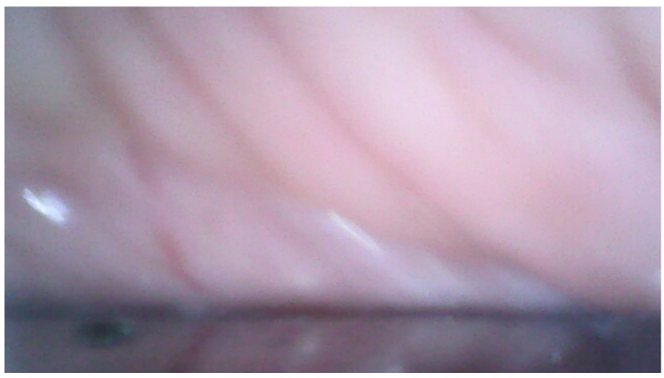


Рисунок 2. Состояние слизистой оболочки половых путей коров опытной группы на 4 день опыта

Figure 2. The condition of the mucous membrane of the genital tract of cows in the experimental group on the 4th day of the experiment

Таблица 1. Схемы лечения контрольной и опытной групп
Table 1. Treatment regimens for the control and experimental groups

Контрольная группа			
Препараты	Способ введения	Суточная доза	Кратность введения
Цефтриаксон	Внутримышечно	20 мг/кг	В течение 7 дней
«Сепранол»	В полость матки	2 таблетки	С интервалом 24 ч.
«Нитамин»	Внутримышечно	0,2-0,25 мл/10 кг	Однократно
Опытная группа			
Маточная свеча на основе Кирказона Ломоносовидного	В полость матки	1 свеча	В течение 7 дней
Цефтриаксон	Внутримышечно	20 мг/кг	В течение 7 дней
«Нитамин»	Внутримышечно	0,2-0,25 мл/10 кг	Однократно

терапии. В контрольной группе животных использовали препарат Цефтриаксон внутримышечно из расчета 20 мг/кг ежедневно в течение 7 дней; Сепранол внутриматочно по 2 таблетки с интервалом 24 часа в течение 7 дней; Нитамин внутримышечно из расчета 0,2 мл/10 кг веса животного однократно. В опытной группе животных решили заменить внутриматочный препарат Сепранол на маточную свечу нашего производства, в состав которой входит растительное вещество Кирказон Ломоносовидный, применяли её ежедневно в течение семи дней.

Цефтриаксон – полусинтетический цефалоспориновый антибиотик III поколения широкого спектра действия. Цефтриаксон активен в отношении грамотрицательных и грамположительных аэробных микроорганизмов. Сепранол относится к антисептическим и дезинфицирующим средствам, используется в ветеринарии для профилактики и лечения у коров. Нитамин используется в ветеринарии при гиповитаминозах.

При оценке терапевтической эффективности, используемых схем лечения, обращали внимание на изменение физиологических показателей животных по мере выздоровления, а именно изменение температуры, пульса и дыхательных движений. Эти показатели также принимались во внимание и свидетельствовали о положительной динамике к

Таблица 2. Динамика физиологических показателей коров при эндометрите в контрольной группе (n=20)
Table 2. Dynamics of physiological parameters of cows with endometritis in the first experimental group (n=20)

Показатель	Температура, ^{0}C		Пульс, уд./мин.		Дыхание, дв./мин.	
	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта
M±m	40,4±0,12	39,2±0,1	91,6±1,1	78,3±1,4	39,7±0,5	28,6±1,3
Lim	37,5-39,0		50-80		15-30	

Таблица 3. Динамика физиологических показателей коров при эндометрите в опытной группе (n=20)
Table 3. Dynamics of physiological parameters of cows with endometritis in the control group (n=20)

Показатель	Температура, ^{0}C		Пульс, уд./мин.		Дыхание, дв./мин.	
	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта	До опыта	После опыта
M±m	40,4±0,02	39,7±0,15	89,4±1,1	80,3±0,3	39,2±1,2	34,3±1,6
Lim	37,5-39,0		50-80		15-30	

Таблица 4. Морфологические показатели крови коров контрольной группы до опыта (n=20)
Table 4. Morphological parameters of the blood of cows in the control group before the experiment (n=20)

Показатели, ед. измерения							
	Эритроциты, млн/мм^3	Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, тыс./ мм^3		СОЭ, мм/ч	Тромбоциты, 10^9/л	
M±m	8,4±0,2	107,4±2,25	11,6±0,8		6,4±0,25	249±5,3	
Lim	5-7,5	90-140	6,1-9,1		0,5-1,5	260-700	
Лейкоцитарная формула							
	Б, %	Э, %	Нейтрофилы			Л, %	М, %
			Ю, %	П, %	С, %		
M±m	0,4±0,02	3,2±0,1	0	25,5±0,45	32,4±0,3	38,5±0,2	0,4±0,01
Lim	0-2	5-8	0-1	2-5	20-35	40-65	2-7

Таблица 5. Морфологические показатели крови коров контрольной группы после опыта (n=20)
Table 5. Morphological parameters of the blood of cows in the control group after the experiment (n=20)

Показатели, ед. измерения							
	Эритроциты, млн/мм^3	Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, тыс./ мм^3		СОЭ, мм/ч	Тромбоциты, 10^9/л	
M±m	6,7±0,3	112,8±3,1	7,6±0,3		0,8±0,1	287,2±3,5	
Lim	5-7,5	90-140	6,1-9,1		0,5-1,5	260-700	
Лейкоцитарная формула							
	Б, %	Э, %	Нейтрофилы			Л, %	М, %
			Ю, %	П, %	С, %		
M±m	0,3±0,1	5,1±0,4	0	1,8±0,15	31,8±0,6	58,4±0,5	3,7±0,4
Lim	0-2	5-8	0-1	2-5	20-35	40-65	2-7

Таблица 6. Морфологические показатели крови коров опытной группы до опыта (n=20)
Table 6. Morphological parameters of the blood of cows in the experimental group before the experiment (n=20)

Показатели, ед. измерения							
	Эритроциты, млн/мм^3	Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, тыс./ мм^3		СОЭ, мм/ч	Тромбоциты, 10^9/л	
M±m	8,7±0,85	87,2±2,4	12,8±0,4		5,1±0,25	224,9±5,8	
Lim	5-7,5	90-140	6,1-9,1		0,5-1,5	260-700	
Лейкоцитарная формула							
	Б, %	Э, %	Нейтрофилы			Л, %	М, %
			Ю, %	П, %	С, %		
M±m	0,9±0,05	4,1±0,2	0	21,2±0,54	33,6±0,6	37,9±,9	1,4±0,3
Lim	0-2	5-8	0-1	2-5	20-35	40-65	2-7

Таблица 7. Морфологические показатели крови коров опытной группы после опыта (n=20)
Table 7. Morphological parameters of the blood of cows in the experimental group after the experiment (n=20)

Показатели, ед. измерения							
	Эритроциты, млн/мм^3		Гемоглобин, г/л	Лейкоциты, тыс./ мм^3	СОЭ, мм/ч	Тромбоциты, 10^9/л	
M±m	6,1±0,6		112,44±2,3	7,9±0,45	0,7±0,1	409,8±21,5	
Lim	5-7,5		90-140	6,1-9,1	0,5-1,5	260-700	
Лейкоцитарная формула							
	Б, %	Э, %	Нейтрофилы			Л, %	М, %
			Ю, %	П, %	С, %		
M±m	0,7±0,1	5,1±0,2	0	3,0±0,2	28,9±0,6	58,2±1,4	3,9±0,4
Lim	0-2	5-8	0-1	2-5	20-35	40-65	2-7

выздоровлению коров. Данные о физиологических показателях коров контрольной и опытных групп представлены в таблицах 2, 3.

По данным 2 и 3 таблиц до проведения эксперимента в обеих группах показатели температуры, пульса и дыхательных движений превышали предельные физиологические значения. Так, показатели температуры тела животных контрольной группы до опыта составили – 40,4±0,12 0С, пульса – 91,6±1,1 уд./мин, дыхания – 39,7±0,58 дв./мин. После проведения терапии в контрольной группе снижение температуры было замечено уже на 5 день лечения, к 7 дню показатель температуры пришёл в норму – 39,2±0,10 С. Пульс и дыхательные движения к концу проведения терапии также находились в пределах норм физиологических показателей: пульс – 78,3±1,4 уд./мин, дыхание – 28,6±1,3 дв./мин. У животных опытной группы до проведения опыта физиологические показатели превышали допустимые физиологические нормы. Температура тела у коров достигала отметки 40,4±0,20С, пульс – 89,4±1,1 уд./мин, дыхание – 39,2,6±1,2 дв./мин. После завершения исследований в опытной группе физиологические показатели пришли в норму уже к 4 дню проведения терапии. Так, показатели температуры тела животных снизились до 39,7±0,15 0С, пульса – 8,3±0,3 уд./мин, дыхания – 34,3±1,6 дв./мин.

Анализируя данные клинического осмотра животных исследуемых групп, можно сделать вывод, что острые клинические признаки эндометрита у коров при использовании разработанных нами маточных свечей на основе Кирказона Ломоносовидного в составе комплексной терапии уходили достаточно быстро. Состояние животных второй опытной группы значительно улучшалось уже на 4 день терапии. Аппетит животных улучшался, физиологические показатели температуры пульса и дыхательных движений приходили в норму своих физиологических границ. На 3 день проведенного лечения у животных значительно снижалось количество выделений из половой щели. При повторном осмотре наблюдалась картина снижения воспалительного процесса: слизистые оболочки половых путей коров стали менее отечны, гиперемированы, пропали участки полосчатых кровоизлияний и наложений.

У животных контрольной группы яркие клинические признаки эндометрита сохранялись до 5–6 дня проведенной терапии. На третий и четвертый дни терапии незначительно улучшался аппетит, но при этом физиологические показатели температуры, пульса и дыхания всё ещё превышали допустимые границы. Выделения из половой щели продолжались в обильном количестве, на слизистой оболочке половых путей коров сохранялись гиперемия, отечность и участки полосчатых кровоизлияний с наложениями. При этом у 5 коров из 20 исследуемых контрольной группы, положительной динамики даже к 7 дню терапии не

Таблица 8. Биохимический анализ крови коров контрольной группы с диагнозом эндометрит до опыта (n=20)
Table 8. Biochemical analysis of blood of cows in the control group diagnosed with endometritis before the experiment (n=20)

Показатели, ед. измерения	Lim	M±m
Общий белок, г/л	62-82	103,2±2,1
Билирубин: общий, ммоль/л	0,7-14	1,94±0,4
прямой, ммоль/л	0,1-5,1	0,35±0,09
Креатинин, мкмоль/л	56-162	113,2±3,4
Мочевина, ммоль/л	2,8-8,8	24,7±1,35
АсАТ, ЕД/л	45-110	116,14±3,4
АлАТ, ЕД/л	6,9-35	21,03±1,4
α-амилаза, ЕД/л	41-98	34,4±6,6
Щелочная фосфатаза ЕД/л	18-153	63,1±2,28
Холестерин, ммоль/л	1,6-5,0	3,4±0,2
Глюкоза, ммоль/л	2,3-4,1	2,8±0,14
Альбумин, г/л	28-39	43,5±0,6
Кальций, ммоль/л	2,1-2,8	2,002±1,6
Фосфор, ммоль/л	1,4-2,5	2,05±0,1
ГГТ, ЕД/л	4,9-26	30,4±2,4
ЛДГ, ЕД/л	309-938	2144,65±52,5
Триглицериды, нг/мл	<1,7	0,87±0,096
Железо, мкмоль/л	17,9-28,6	33,2±1,05

Таблица 9. Биохимический анализ крови коров опытной группы с диагнозом эндометрит до опыта (n=20)
Table 9. Biochemical analysis of blood of cows in the experimental group diagnosed with endometritis before the experiment (n=20)

Показатели, ед. измерения	Lim	M±m
Общий белок, г/л	62-82	115,95±3,7
Билирубин: общий, ммоль/л	0,7-14	2,99±0,27
прямой, ммоль/л	0,1-5,1	2,01±0,31
Креатинин, мкмоль/л	56-162	91,35±5,8
Мочевина, ммоль/л	2,8-8,8	3,95±0,43
АсАТ, ЕД/л	45-110	94,65±3,5
АлАТ, ЕД/л	6,9-35	24,09±1,8
α-амилаза, ЕД/л	41-98	94,5±4,42
Щелочная фосфатаза ЕД/л	18-153	68,85±8,43
Холестерин, ммоль/л	1,6-5,0	3,8±0,31
Глюкоза, ммоль/л	2,3-4,1	3,24±0,2
Альбумин, г/л	28-39	34,61±1,24
Кальций, ммоль/л	2,1-2,8	3,23±0,26
Фосфор, ммоль/л	1,4-2,5	2,02±0,08
ГГТ, ЕД/л	4,9-26	27±2,3
ЛДГ, ЕД/л	309-938	733±37,5
Триглицериды, нг/мл	<1,7	1,12±0,09
Железо, мкмоль/л	17,9-28,6	24,45±1,33

Таблица 10. Биохимический анализ крови коров контрольной группы с диагнозом эндометрит после опыта (n=20)
Table 10. Biochemical analysis of blood of cows in the control group diagnosed with endometritis after the experiment (n=20)

Показатели, ед. измерения	Lim	M±m
Общий белок, г/л	62-82	82,3±1,07
Билирубин: общий, ммоль/л	0,7-14	5,8±0,71
прямой, ммоль/л	0,1-5,1	1,73±0,18
Креатинин, мкмоль/л	56-162	92,3±2,7
Мочевина, ммоль/л	2,8-8,8	5,7±0,35
АсАТ, ЕД/л	45-110	77,4±3,9
АлАТ, ЕД/л	6,9-35	19,04±1,5
α-амилаза, ЕД/л	41-98	62,5±3,6
Щелочная фосфатаза ЕД/л	18-153	60,6±2,5
Холестерин, ммоль/л	1,6-5,0	3,41±0,17
Глюкоза, ммоль/л	2,3-4,1	3,4±0,12
Альбумин, г/л	28-39	31,4±0,82
Кальций, ммоль/л	2,1-2,8	2,64±0,08
Фосфор, ммоль/л	1,4-2,5	1,8±0,12
ГГТ, ЕД/л	4,9-26	10,39±1,27
ЛДГ, ЕД/л	309-938	385,9±14,8
Триглицериды, нг/мл	<1,7	0,8±0,07
Железо, мкмоль/л	17,9-28,6	25,3±1,07

Таблица 11. Биохимический анализ крови коров опытной группы с диагнозом эндометрит после опыта (n=20)
Table 11. Biochemical analysis of blood of cows from the experimental group diagnosed with endometritis after the experiment (n=20)

Показатели, ед. измерения	Lim	M±m
Общий белок, г/л	62-82	74,05±1,98
Билирубин: общий, ммоль/л	0,7-14	2,83±0,33
прямой, ммоль/л	0,1-5,1	2,5±0,23
Креатинин, мкмоль/л	56-162	90±5,25
Мочевина, ммоль/л	2,8-8,8	5,02±0,58
АсАТ, ЕД/л	45-110	87,05±3,6
АлАТ, ЕД/л	6,9-35	27,91±1,82
α-амилаза, ЕД/л	41-98	90,2±3,8
Щелочная фосфатаза ЕД/л	18-153	74,55±8,05
Холестерин, ммоль/л	1,6-5,0	3,2±0,32
Глюкоза, ммоль/л	2,3-4,1	2,8±0,14
Альбумин, г/л	28-39	34,4±1,34
Кальций, ммоль/л	2,1-2,8	3,3±0,24
Фосфор, ммоль/л	1,4-2,5	2,05±0,08
ГГТ, ЕД/л	4,9-26	26,45±2,08
ЛДГ, ЕД/л	309-938	735,6±36,7
Триглицериды, нг/мл	<1,7	1,06±0,07
Железо, мкмоль/л	17,9-28,6	23,9±1,05

отмечалось. Физиологические показатели температуры пульса и дыхания находились выше предельно допустимых показателей. У всех коров наблюдали вялость, снижение аппетита, скованность движений. Всем животным контрольной группы без положительной динамики к выздоровлению была заменена схема лечения.

Кроме того, при проведении эксперимента по оценке терапевтической эффективности предложенных схем лечения коров, больных эндометритом, брали пробы крови для морфологической оценки до начала лечения и после него с целью подтверждения диагноза, а также для определения наличия или отсутствия воспалительного процесса в организме животных, его интенсивности.

В результате анализа морфологической картины крови контрольной группы животных до опыта, установлено, что у коров, больных эндометритом наблюдается ярко выраженная картина воспалительного процесса в организме. У всех животных отмечается повышение лейкоцитов – 11,6±0,8 тыс./мм^3, эритроцитов – 8,4±0,2 млн/мм^3, СОЭ – 6,4±0,25 мм/ч. Также в картине крови регистрируется сдвиг лейкоцитарной формулы вправо с повышением количества палочкоядерных форм нейтрофилов (25,5±0,45 %).

На 7 день опыта у коров в контрольной группе установлены улучшения показателей морфологической картины крови. У всех животных отмечалось снижение количества лейкоцитов – 7,6±0,3 тыс./мм^3, эритроцитов – 6,7±0,3 млн/мм^3, СОЭ – 0,8±0,1 мм/ч. При этом возрос уровень гемоглобина до 112,8±3,1 г/л, что составляет физиологическую норму. В формуле крови также отметили улучшения. Так, после проведения опыта у животных контрольной группы, базофилы составили 0,3±0,1 %, эозинофилы – 5,1±0,4 %, палочкоядерные нейтрофилы – 1,8±0,15 %, сегментоядерные нейтрофилы – 31,8±0,6 %, лимфоциты – 58,4±0,5 %, моноциты – 3,7±0,4 %. Установленные показатели морфологической картины крови после опыта свидетельствуют о снижении воспалительного процесса у животных.

В результате анализа морфологической картины крови коров опытной группы до опыта установлено, что у коров, больных эндометритом наблюдается ярко выраженная картина воспалительного процесса в организме. У всех животных отмечается повышение лейкоцитов – 12,8±0,4 тыс./мм^3, эритроцитов – 8,7±0,85 млн/мм^3, СОЭ – 5,1±0,25 мм/ч. Также в картине крови регистрируется сдвиг лейкоцитарной формулы вправо с повышением количества палочкоядерных форм нейтрофилов (21,2±0,54 %).

После проведения терапии, в основе которой лежит использование маточных свечей на основе Кирказона Ломоносовидного, у коров опытной группы установлены улучшения показателей морфологической картины крови уже на 4 день лечения. У всех животных отмечалось снижение количества лейкоцитов – 7,9±0,45 тыс./мм^3, эритроцитов – 6,1±0,6 млн/мм^3, СОЭ – 0,7±0,1 мм/ч. При этом возрос уровень гемоглобина до 112,44±2,3 г/л, что составляет физиологическую норму. В формуле крови также отметили

Таблица 12. Эффективность предложенного способа терапии эндометрита коров с использованием маточной свечи растительного происхождения
Table 12. Efficiency of the proposed method of treating endometritis in cows using a uterine suppository of plant origin

Группа	Больных животных	Продолжительность терапевтического курса, дни	Выздоровело	
			Животных	%
Контрольн.	20	6,9±0,4	18	90,0
Опытная	20	4,4±0,5	20	100,0

улучшения. Так после проведения опыта у животных опытной группы базофилы составили 0,7±0,1 %, эозинофилы – 5,1±0,2 %, палочкоядерные нейтрофилы – 3,0±0,2 %, сегментоядерные нейтрофилы – 28,9±0,6 %, лимфоциты – 58,2±1,4 %, моноциты – 3,9±0,4 %. Установленные показатели морфологической картины крови после опыта свидетельствуют о снижении воспалительного процесса у животных.

Одновременно с морфологическим анализом крови у больных эндометритом коров брали пробы крови для биохимического исследования.

Анализируя данные биохимических показателей крови, больных эндометритом коров до опыта (табл. 8) установили, что есть незначительные повышения общего белка – 103,2±2,1 г/л, АсАТ – 113,2±3,4 ЕД/л, альбумина – 43,5±0,6 г/л и мочевины – 24,7±1,35 ммоль/л, ЛДГ – 2144,65 ЕД/л. Повышение всех вышеперечисленных показателей свидетельствует о течении воспалительного процесса в организме животных, а также о возможно несбалансированном рационе питания с высоким содержанием белковых продуктов и возможном наличии стресса от перевозки животных из другого региона.

Анализируя биохимические показатели крови коров с диагнозом эндометрит в опытной группе до проведения опыта (табл. 9) установлено, что заболеваемость коров эндометритом не находит своего отражения в биохимической картине крови. Все значения биохимических показателей находились в пределах референтных значений, кроме уровня общего белка. Данный показатель был незначительно завышен по причине наличия воспалительного процесса. Так, уровень общего белка до начала опыта в опытной группе коров составлял 115,95±3,7 г/л, общий билирубин – 2,99±0,27 ммоль/л, прямой билирубин – 2,01±0,31 ммоль/л, креатинин – 91,35±5,8 мкмоль/л, мочевина – 3,95±0,43 ммоль/л, АсАТ – 94,65±3,5 ЕД/л, АлАТ – 24,09±1,8 ЕД/л, α-амилаза – 94,5±4,42 ЕД/л, щелочная фосфатаза – 68,85±8,43 ЕД/л, холестерин – 3,8±0,31 ммоль/л, глюкоза – 3,24±0,2 ммоль/л, альбумин – 34,61±1,24 г/л, кальций – 3,23±0,26 ммоль/л, фосфор – 2,02±0,08 ммоль/л, ГГТ – 27±2,3 ЕД/л, ЛДГ – 733±37,5 ЕД/л, триглицериды – 1,12±0,09 нг/мл, железо – 24,45±1,33 мкмоль/л.

Анализируя данные таблиц 10, 11 установлено, что значительных изменений в биохимических показателях крови животных обнаружено не было. В обеих группах установлено снижение количества общего белка. Так, в контрольной группе животных уровень общего белка составил 82,3±1,07 г/л, в опытной группе – 74,05±1,98 г/л. Остальные же показатели во всех исследуемых группах находились в пределах физиологических норм.

Заключение

Анализируя данные таблиц можно сделать заключение, что продолжительность терапевтического курса при эндометрите у коров с использованием комплексной терапии схемы, включающей антибактериальный препарат цефтриаксон из расчета 20 мг/кг с разведением 1 % лидокаином ежедневно, а также стимулятора обменных процессов препарата "Нитамин" внутримышечно однократно в дозе 0,2–0,25 мл/10 кг живой массы и разработанной нами маточной свечи на основе Кирказона Ломоносовидного, составил 4,4±0,5 дней, при этом эффективность способа составила 100 %.

Литература

1. Белобороденко М.А. Причины, профилактика и лечение эндометритов у коров, находящихся в условиях гиподинамии. / М.А. Белобороденко, Т.А. Белобороденко // АПК: инновационные технологии. - 2013. - № 1 (20).
2. Зверев Г.В. Гинекологические болезни коров. / Г.В. Зверев, С.П. Хомин. - Киев: Урожай, 1976. - 151 с.
3. Иванюк В.П. Комплексная терапия послеродового эндометрита у коров. / В.П. Иванюк, Г.Н. Бобкова, Е.А. Кривопушкина // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022. - № 2 (90). - С. 49-54.
4. Куртеков В.А. Характеристика методов лечения и профилактики эндометритов крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах Тюменской и Курганской областей. / В.А. Куртеков // Международный научно-исследовательский журнал. - 2022. - № 11(125). DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.91.
5. Патент № 2240779 С2 Российская Федерация, МПК А61К 36/185, А61К 9/02, А61Р 15/00. Способ лечения острых послеродовых эндометритов у коров: № 2002134849/13: заявл. 23.12.2002: опубл. 27.11.2004 / М.А. Багманов, О.В. Маркелов, Г.М. Камалетдинова, Р.Н. Сафиуллов; заявитель Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия.
6. Патент № 2504383 С1 Российская Федерация, МПК А61К 31/65, А61К 35/12, А61К 36/28. способ лечения острых послеродовых эндометритов у коров: № 2012129115/15: заявл. 10.07.2012: опубл. 20.01.2014 / А.А. Жерносенко, К.И. Петров, А.В. Дмитриева и др.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина".
7. Патент № 2224509 С2 Российская Федерация, МПК А61К 31/00, А61К 33/00. препарат для лечения острых послеродовых эндометритов у коров и способ его применения: № 2001122151/13: заявл. 07.08.2001: опубл. 27.02.2004 / Ю.Г. Попов, М Н. Дольникова, Н.А. Дровосеков [и др.]; заявитель Закрытое акционерное общество "Росветфарм".

References

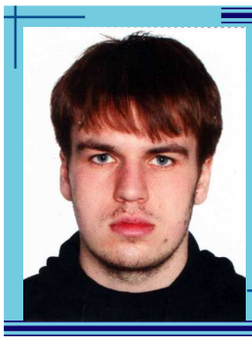
1. Beloborodenko M.A. Prichiny`, profilaktika i lechenie e`ndometritov u korov, naxodyashhixsya v usloviyax gipodinamii. / M.A. Beloborodenko, T.A. Beloborodenko // APK: innovacionny`e texnologii. - 2013. - № 1 (20).
2. Zverev G.V. Ginekologicheskie bolezni korov. / G.V. Zverev, S.P. Xomin. - Kiev: Urozhaj, 1976. - 151 s.
3. Ivanyuk V.P. Kompleksnaya terapiya poslerodovogo e`ndometrita u korov. / V.P. Ivanyuk, G.N. Bobkova, E.A. Krivopushkina // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. - 2022. - № 2 (90). - S. 49-54.
4. Kurtekov V.A. Xarakteristika metodov lecheniya i profilaktiki e`ndometritov krupnogo rogatogo skota v zhivotnovodcheskix xozyajstvax Tyumenskoj i Kurganskoj oblastej. / V.A. Kurtekov // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. - 2022. - № 11(125). DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.91.
5. Patent № 2240779 C2 Rossijskaya Federaciya, MPK A61K 36/185, A61K 9/02, A61P 15/00. Sposob lecheniya ostry`x poslerodovy`x e`ndometritov u korov: № 2002134849/13: zayavl. 23.12.2002: opubl. 27.11.2004 / M.A. Bagmanov, O.V. Markelov, G.M. Kamaletdinova, R.N. Safiullov; zayavitel` Ul`yanovskaya gosudarstvennaya sel`skoxozyajstvennaya akademiya.
6. Patent № 2504383 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A61K 31/65, A61K 35/12, A61K 36/28. sposob lecheniya ostry`x poslerodovy`x e`ndometritov u korov: № 2012129115/15: zayavl. 10.07.2012: opubl. 20.01.2014 / A.A. Zhernosenko, K.I. Petrov, A.V. Dmitrieva i dr.; zayavitel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego professional`nogo obrazovaniya "Omskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet imeni P.A. Stoly`pina".
7. Patent № 2224509 C2 Rossijskaya Federaciya, MPK A61K 31/00, A61K 33/00. preparat dlya lecheniya ostry`x poslerodovy`x e`ndometritov u korov i sposob ego primeneniya: № 2001122151/13: zayavl. 07.08.2001: opubl. 27.02.2004 / Yu.G. Popov, M N. Dol`nikova, N.A. Drovosekov [i dr.]; zayavitel` Zakry`toe akcionernoe obshhestvo "Rosvetfarm".

Для цитирования / For citation

Чекрышева В.В. Эффективность нового способа терапии эндометрита коров с использованием маточной свечи растительного происхождения / В.В. Чекрышева // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.123–128.

Chekrysheva V.V. Efficacy of a New Treatment Method for Endometritis in Bovines Using a Herbal Suppository. / V.V. Chekrysheva // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.123–128.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-29



Чинаров Р.Ю.

УДК 636.082

Результативность OPU при многократном использовании телок-доноров красной горбатовской породы

Чинаров Р.Ю., кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, roman_chinarov@mail.ru
Сингина Г.Н., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией, g_singina@mail.ru
Белокурова С.С., аспирант, sofialabs@mail.ru
Джагаев А.Ю., младший научный сотрудник, alan_dz@inbox.ru
Луканина В.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, kristybatle@gmail.com
ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста", Московская обл., г.о. Подольск, п. Дубровицы

Ключевые слова: коровы-доноры, Ovum Pick-Up, красная горбатовская порода, ооцит-кумулюсные комплексы, ОКК

Резюме. В научной статье представлены данные о результативности трансвагинального УЗИ-ассистированного извлечения ооцитов (OPU) у телок-доноров красной горбатовской породы. В настоящее время порода поддерживается только вне систем сельскохозяйственного производства, что требует разработки эффективных программ сохранения ее генетического материала. Исследования проводили на половозрелых телках (n=7) в возрасте от 1 года 2 мес. до 1 года 7 мес. Начиная с 4-го дня гормонально синхронизированного полового цикла, на каждой из телок выполняли шестнадцать последовательных сеансов трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов (OPU) в режиме дважды в неделю. Для определения влияния периода серии на результативность OPU анализ показателей проводили в четырех периодах: 1-ый – OPU1-OPU4, 2-ой – OPU5-OPU8, 3-ий – OPU9-OPU12, 4-ый – OPU13-OPU16. Установлены различия между отдельными телками-донорами в числе УЗИ-видимых фолликулов, числе извлеченных ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) и числе пригодных ОКК. Значения данных показателей варьировали соответственно от 7,25 до 12,00, от 3,38 до 8,94 и от 2,44 до 6,75. Отмечены достоверные различия в вышеназванных показателях между отдельными сеансами OPU, при этом вклад сеанса OPU в изменчивость составил соответственно 27,9, 36,6 и 30,4 %. Анализ паттерна развития фолликулов показал снижение числа фолликулов, пригодных для аспирации, с 11,07 и 10,50 фолликулов в 1-ом и 2-ом периодах, соответственно, до 9,00 фолликулов в 4-ом периоде ($p<0,05$). Выявлено достоверное ($p<0,05$) снижение числа ОКК, пригодных для культивирования in vitro, с 5,82, 4,96 и 5,07 ОКК соответственно в 1-, 2- и 3-ем периодах до 3,96 ОКК в 4-ом периоде серии OPU. Таким образом, для получения ооцитов у телок-доноров красной горбатовской породы в режиме дважды в неделю без потери результативности целесообразно проведение серии, включающей не более двенадцати последовательных сеансов OPU.

Efficiency of OPU at multiple use of donor heifers of Red Gorbatov breed

Chinarov R.Yu, Singina G.N., Belokurova S.S., Dzhgaev A.Yu., Lukanina V.A.

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Moscow region, Podolsk, Dubrovitzy, 60

Keywords: donor cows, Ovum Pick-Up, Red Gorbatov breed, cumulus-oocyte complexes, COCs

Abstract. The research paper presents data on the efficiency of transvaginal ultrasound-guided oocyte retrieval (OPU) in donor heifers of the Red Gorbatov breed. Currently, the breed is maintained only outside agricultural production systems, which requires the development of effective programs for the conservation of its genetic material. The studies were carried out on mature heifers (n = 7), aged from 1 year 2 months to 1 year 7 months. Starting from the 4th day of the hormone-synchronized estrus cycle, sixteen consecutive sessions of transvaginal ultrasound-guided Ovum Pick-up (OPU) were performed twice a week on each of the heifers. To determine the impact of the period of the series on the efficiency of OPU, the analysis was carried out in four periods: 1st – OPU1-OPU4, 2nd – OPU5-OPU8, 3rd – OPU9-OPU12, and 4th – OPU13-OPU16. We found the differences between individual donor heifers in the number of ultrasound-visible follicles, the number of retrieved cumulus oocyte complexes (COCs), and the number of suitable COCs. The values of these indices ranged from 7.25 to 12.00, from 3.38 to 8.94, and from 2.44 to 6.75, respectively. Significant differences in the above-mentioned indices were observed between individual OPU sessions, while the contribution of the OPU session to variability was 27.9, 36.6, and 30.4 %, respectively. The analysis of the developmental pattern of follicles showed a decrease in the number of follicles suitable for aspiration from 11.07 and 10.50 follicles in the 1st and 2nd periods, respectively, to 9.00 follicles in the 4th period ($p<0.05$). A significant ($p<0.05$) decrease in the number of suitable COCs from 5.82, 4.96 and 5.07 COCs respectively in the 1st, 2nd and 3rd periods to 3.96 COCs in the 4th period of OPU series was observed. Thus, to obtain oocytes from donor heifers of the Red Gorbatov breed twice a week without loss of efficiency, it is advisable to conduct an OPU series consisted of no more than twelve consecutive sessions.

Введение

Сохранение локальных пород, вносящих наибольший вклад в генетическое разнообразие видов сельскохозяйственных животных, является основой для поддержания устойчивости систем производства продукции животноводства [1]. Неспособность таких пород, в большинстве случаев, конкурировать с высокопродуктивными трансграничными породами по уровню продуктивности обуславливает необходимость разработки программ их сохранения вне систем сельскохозяйственного производства (ex situ) [2]. Наиболее эффективной формой сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных животных ex situ является создание криобанков генеративного материала (семени, эмбрионов, соматических клеток). В России, в биологических (биоресурсных) коллекциях, поддерживаемых в государственных научных и образовательных организациях, на долгосрочном сохранении находится около 177,3 тыс. единиц хранения образцов генетических ресурсов сельскохозяйственных животных, при этом 99,6 % приходится на образцы семени [2]. Следует отметить, что для восстановления породы с использованием только семени, 100 %-ная генетическая оригинальность породы никогда не будет достигнута [3]. Эффективным типом биоматериала для сохранения пород и при необходимости их восстановления является создание криобанков эмбрионов [1]. Полагают, что для сохранения породы необходима криоконсервация не менее 200 эмбрионов от 25 разных самок-доноров [4]. По мнению других авторов для сохранения всего спектра биологического разнообразия породы необходимо заложить на хранение 300 эмбрионов от 90 коров [5]. Привлекательность эмбрионов как материала для криоконсервации значительно возросла с развитием трансвагинальной УЗИ-ассистированной технологии извлечения яйцеклеток (Ovum Pick-Up, OPU) и их использования для получения эмбрионов in vitro (IVP-эмбрионы) [6, 7]. Показано успешное использование OPU для получения ооцитов, пригодных для культивирования in vitro, у коров тагильской породы, категория риска которой оценивается как "критическая" [8]. Незамедлительного внедрения криоконсервации эмбрионов требуется для красной горбатовской породы молочного крупного рогатого скота, племенное разведение которой не ведется с 2024 года [9]. Ограниченная численность сохранившегося чистопородного поголовья требует получения, по возможности, большего числа эмбрионов от одного донора. Вместе с тем, в ряде исследований было показано, что с увеличением продолжительности серии OPU наблюдается снижение числа получаемых ОКК, что приводит к снижению общей результативности получения IVP-эмбрионов [10, 11]. Учитывая существенное влияние породы на результативность OPU [12, 13], актуальным является определение оптимальных технологических параметров проведения программ получения OPU/IVP-эмбрионов у различных пород крупного рогатого скота.

Целью настоящей работы явилось изучение динамики количественных и качественных показателей результативности OPU при проведении серии последовательных сеансов извлечения ооцитов для определения оптимального режима использования телок-доноров красной горбатовской породы.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в сентябре – ноябре 2025 г. на половозрелых телках красной горбатовской породы (n=7) в возрасте от 1 года 2 мес. до 1 года 7 мес., завезенных из АО "Абабковское" Нижегородской области.

Для гормональной стимуляции телок использовали схему, описанную ранее [8]. Начиная с 4-го дня гормонально синхронизированного полового цикла, выполняли 16 последовательных сеансов OPU с чередованием интервалов в 4 и 3 дня (дважды в неделю). Для проведения процедур OPU животных фиксировали в станке. Затем выполняли эпидуральную анестезию, используя 2 % раствор новокаина (ООО "БиоФармГарант", Россия). Пункцию фолликулов выполняли с использованием системы для OPU крупного рогатого

Таблица 1. Наличие желтого тела и число аспирированных фолликулов на каждом из яичников у телок-доноров красной горбатовской породы

Table 1. Presence of *Corpus luteum* and number of aspirated follicle on each of the ovaries in donor heifers of Red Gorbatov breed

Сеанс OPU	Наличие желтого тела и число аспирированных фолликулов													
	№ 9523		№ 9525		№ 9528		№ 9492		№ 2403		№ 9586		№ 9587	
	НОВ	ОВ	НОВ	ОВ	НОВ	ОВ	НОВ	ОВ	НОВ	ОВ	НОВ	ОВ	НОВ	ОВ
OPU1	6	4	7	8	14	10	4	5	5	4	4	4	5	5
OPU2	6	3	7	6	7	7	5	5	5	4	7	7	5	3
OPU3	6	6	12	6	10	9	2	6	8	3	6	5	4	2
OPU4	3	6	6	5	8	2	3	3	4	4	4	4	6	5
OPU5	8	5	5	6	7	6	3	1	4	1	7	5	4	3
OPU6	6	5	5	8	5	4	5	6	8	3	6	5	3	5
OPU7	6	10	5	7	4	12	5	3	5	6	8	6	2	4
OPU8	6	5	6	5	9	5	3	5	4	3	5	5	4	7
OPU9	8	9	7	9	4	3	3	6	4	3	4	4	3	5
OPU10	7	7	6	6	8	7	4	4	4	5	3	4	5	5
OPU11	7	3	3	3	3	5	2	2	4	4	4	3	5	3
OPU12	9	6	5	6	6	5	5	1	5	5	6	6	5	4
OPU13	5	5	4	5	5	7	3	2	6	3	2	2	3	3
OPU14	7	6	6	4	6	4	2	5	5	4	5	4	7	5
OPU15	7	4	4	4	6	3	3	0	3	3	6	3	4	4
OPU16	5	6	8	7	7	5	5	5	5	3	5	4	6	2
НОВ*	6,38±0,35		6,00±0,52		6,81±0,67		3,56±0,29		4,94±0,35[a]		5,13±0,40[b]		4,44±0,33	
ОВ*	5,63±0,47		5,94±0,40		5,88±0,68		3,69±0,50		3,63±0,29[a]		4,44±0,32[b]		4,06±0,34	

Примечание: НОВ – не овуляторный яичник; ОВ – овуляторный яичник; *M±m: M – среднее значение; m – стандартная ошибка; наличие желтого тела показано серой заливкой; различия между НОВ и ОВ достоверны при [a]p<0,01, [b]p<0,05.

скота (Minitube, Германия), включающей ультразвуковой сканер ProSound 2 (Aloka, Япония), секторный зонд с частотой 5 МГц (Aloka UST-9111-5, 5 МГц/90°/14 мм) с держателем и вакуумный насос. Все видимые при УЗИ фолликулы диаметром свыше 2 мм подвергались пункции. При проведении OPU на каждом из яичников определяли число аспирированных фолликулов, а также наличие или отсутствие желтого тела. В каждом сеансе определяли число извлеченных ОКК. Степень извлечения ооцитов рассчитывали, как отношение числа извлеченных ОКК к числу аспирированных фолликулов, выраженное в процентах. Качество полученных ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) оценивали по морфологическим критериям. В зависимости от наличия слоев кумулюса и гомогенности цитоплазмы, полученные ОКК, разделяли на пригодные или непригодные (дегенерированные) для дальнейшего культивирования. Долю пригодных ОКК определяли, как отношение числа пригодных ОКК к числу извлеченных ОКК, выраженного в процентах. Анализ данных проводили по каждому донору в среднем за сеанс OPU, по каждому сеансу OPU в среднем по всем донорам. Для оценки влияния многократного выполнения процедур серию разделяли на четыре периода: 1-ый – OPU1-OPU4, 2-ой – OPU5-OPU8, 3-ий – OPU9-OPU12, 4-ый – OPU13-OPU16. Анализ вышеназванных показателей проводили в каждом из периодов.

Полученные цифровые данные обрабатывали статистически с использованием MS Excel. Различия считали значимыми при $p<0,05$.

Результаты исследований

Все подопытные животные после гормональной обработки проявили в ожидаемый день (день 0) признаки охоты. Сонографическое исследование яичников показало наличие у каждой из телок предовуляторного доминантного фолликула. В день проведения 1-го сеанса OPU у шести из семи телок, а у одной телки – в день проведения 2-го сеанса OPU на одном из яичников было визуализировано желтое тело, которое, постепенно уменьшаясь в размерах, у шести телок сохранялось до 6-го сеанса OPU, а у одной телки – до 5-го сеанса OPU. Фолликулы, подвергнутые аспирации, наблюдались у шести из семи телок во всех 16 сеансах OPU, у одной телки при проведении OPU15 отсутствовали фолликулы на овуляторном яичнике. У двух из семи телок число аспирированных фолликулов на не овуляторном яичнике достоверно превышало число фолликулов на овуляторном яичнике (табл. 1).

Как показано на рисунке 1, наблюдались заметные различия между отдельными телками-донорами по показателям результативности OPU, рассчитанными в среднем за 1 сеанс. Число фолликулов между отдельными телками-донорами варьировало от 7,25 до 12,00, число ОКК – от 3,38 до 8,94, число пригодных ОКК – от 2,44 до 6,75. Телки №№ 9523, 9525 и 9528 достоверно ($p<0,05$) превосходили четырех других телок по среднему числу аспирированных фолликулов. Между отдельными телками наблюдались достоверные различия в числе извлеченных и пригодных ОКК. Доля пригодных ОКК между донорами варьировала от 65,6 до 75,2 %, однако из-за высокой вариабельности показателя в сеансах OPU достоверных различий между телками выявлено не было.

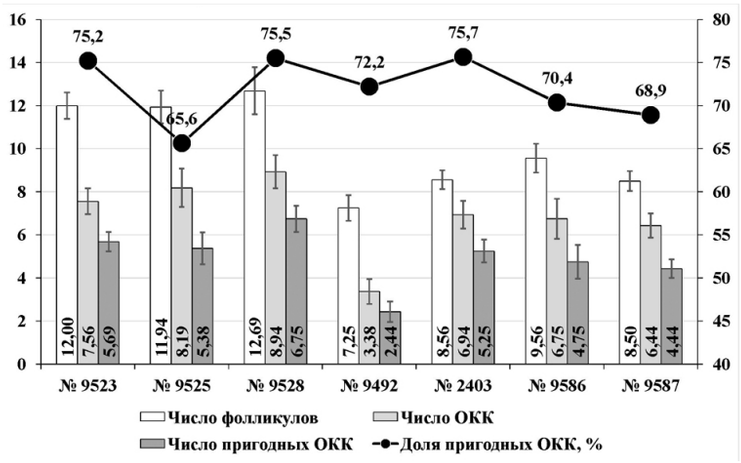


Рисунок 1. Показатели результативности OPU в среднем за сеанс OPU у индивидуальных телок-доноров красной горбатовской породы

Figure 1. Indices of OPU efficiency in average per OPU session in individual donor heifers of Red Gorbatov breed

Примечание: ось X - номер телки-донора; ось Y1 - число фолликулов, ОКК и пригодных ОКК; ось Y - доля пригодных ОКК, %; в качестве пределов погрешностей указаны значения стандартной ошибки.

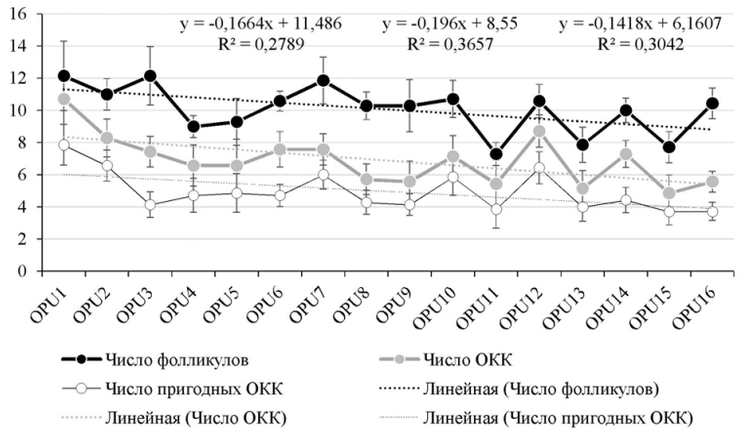


Рисунок 2. Динамика числа аспирированных фолликулов и числа извлеченных ОКК при проведении серии OPU у телок-доноров красной горбатовской породы

Figure 2. Dynamics of the number of aspirated follicles and the number of retrieved COCs in OPU series in donor heifers of Red Gorbatov breed

Примечание: ось X - номер сеанса OPU; ось Y - число фолликулов и число ОКК; в качестве пределов погрешностей указаны значения стандартной ошибки; уравнения модели и величины достоверности аппроксимации (R2) для показателей числа фолликулов, числа ОКК и числа пригодных ОКК показаны над графиком в порядке слева направо.

Анализ динамики числа аспирированных фолликулов и числа, извлеченных ОКК, выявил достоверные различия между отдельными сеансами OPU, однако поступательного снижения вышеназванных показателей с увеличением номера сеанса OPU не наблюдалось. Номер сеанса OPU объяснял 27,9 % изменчивости числа аспирированных фолликулов, 36,6 % – числа извлеченных ОКК и 30,4 % – числа пригодных ОКК (рис. 2).

Степень извлечения ооцитов варьировала в широких пределах от 53,0 % в 9-ом сеансе OPU до 90,2 % – в 1-ом сеансе OPU, при этом, в большинстве случаев, достоверных различий выявлено не было. Следует отметить, что на 7,4–37,2 % достоверно (p<0,05) более высокое значение данного показателя было выявлено в 1-ом сеансе по сравнению с другими сеансами OPU.

Как показано на рисунке 4 доля пригодных ОКК в различных сеансах OPU варьировала от 55,8 до 79,3 %. В 12 сеансах серии OPU наблюдались относительно стабильные значения данного показателя 71,1–82,0 %. В четырех сеансах OPU (OPU3, OPU6, OPU14 и OPU16) отмечались более низкие значения показателя 55,8, 62,3, 60,0 и 66,7 %, при этом для OPU3 jnvtxtys достоверные (p<0,05) различия по отношению ко всем 12 вышеназванным сеансам OPU отмечены только, для OPU6 и OPU14 – по отношению к 4 из 12 сеансов OPU.

Анализ показателей результативности OPU по периодам серии (табл. 2) показал достоверное снижение числа пригодных для аспирации фолликулов в 4-м периоде, по сравнению с 1-ым и 2-ым периодами, при этом достоверно более низкие значения числа извлеченных ОКК отмечены только в 4-м по сравнению с 1-ым периодом серии. Степень извлечения ОКК в 1-ом периоде была достоверно (p<0,05) выше по сравнению с тремя последующими периодами серии. Число ОКК, пригодных для дальнейшего культивирования, в 4-ом периоде было достоверно (p<0,05) ниже по сравнению с первыми тремя периодами серии OPU, при этом различий в доле пригодных ОКК между периодами серии выявлено не было.

Таким образом, результаты анализа 16-и последовательных сеансов OPU у телок красной горбатовской породы показали достоверное влияние индивидуальных особенностей доноров на размер популяции УЗИ-видимых фолликулов, общее число извлеченных и число пригодных ОКК, что проявлялось в наличии достоверных различий по вышеназванным показателям между отдельными телками-донорами. Вклад сеанса OPU в изменчивость вышеназванных

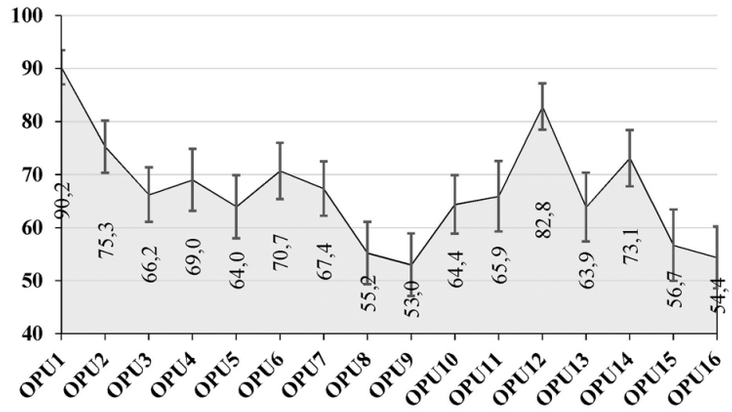


Рисунок 3. Степень извлечения ооцитов в различных сеансах OPU у телок-доноров красной горбатовской породы
Figure 3. Oocytes' recovery rate in different OPU sessions in donor heifers of Red Gorbatov breed
Примечание: ось X - номер сеанса OPU; ось Y - степень извлечения ооцитов, %; в качестве пределов погрешностей указаны значения стандартной ошибки.

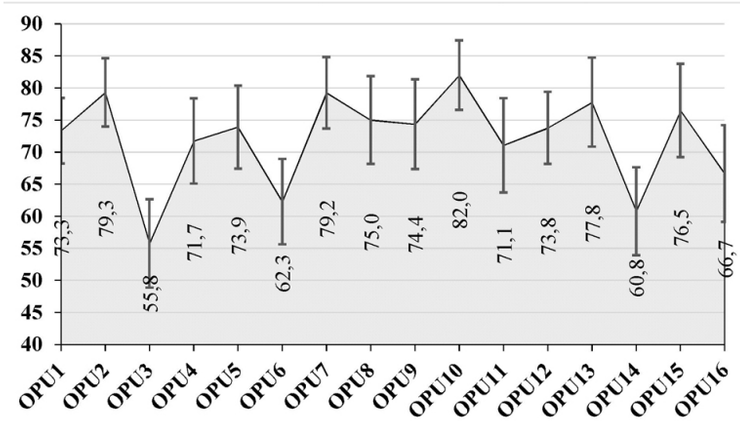


Рисунок 4. Изменчивость доли пригодных ОКК в различных сеансах OPU у телок-доноров красной горбатовской породы
Figure 4. Variability of the rate of suitable COCs in different OPU sessions in donor heifers of Red Gorbatov breed
Примечание: ось X - номер сеанса OPU; ось Y - доля пригодных ОКК, %; в качестве пределов погрешностей указаны значения стандартной ошибки.

Таблица 2. Результативность OPU по периодам серии трансвагинального УЗИ-ассистированного извлечения ооцитов у телок-доноров красной горбатовской породы
Table 2. OPU efficiency in different periods of sessions of transvaginal ultrasound-assisted oocytes' retrieval in donor heifers of Red Gorbatov breed

Показатель	Значения показателей по периодам серии OPU (M±m)			
	1-ый OPU1-OPU4	2-ой OPU5-OPU8	3-ий OPU9-OPU12	4-ый OPU13-OPU14
Число фолликулов	11,07±0,76[a]	10,50±0,57[b]	9,71±0,62	9,00±0,51[a,b]
Число ОКК	8,25±0,67[a]	6,86±0,58	6,71±0,65	5,71±0,48[a]
Степень извлечения, %	75,48±2,44[a,b,c]	65,46±2,77[a]	68,49±2,82[b]	62,21±3,05[c]
Число пригодных ОКК	5,82±0,57[a]	4,96±0,44[b]	5,07±0,52[c]	3,96±0,37[a,b,c]
Доля пригодных ОКК	70,82±2,99	72,33±3,23	74,47±3,18	67,96±3,69

Примечание: ОКК – ооцит-кумулюсные комплексы; M – среднее значение; m – стандартная ошибка; [a,b,c] различия между периодами, маркированными одинаковыми надстрочными буквами, достоверны при p<0,05.

показателей составил соответственно 27,9, 36,6 и 30,4 %. Степень извлечения ОКК между отдельными сеансами OPU варьировала от 55,8 до 79,3 %, при этом достоверные различия выявлены только для 4-х из 16-и сеансов. Анализ показателей результативности OPU по периодам серии показал достоверное ($p<0,05$) снижение числа ОКК, пригодных для культивирования in vitro в 4-ом периоде серии OPU.

Заключение

Таким образом, при интенсивном (два раза в неделю) использовании телок-доноров красной горбатовской породы для получения ооцитов, пригодных для культивирования in vitro, без потери результативности целесообразно проведение серии, включающей не более двенадцати последовательных сеансов OPU.

Исследования выполнены в рамках реализации Программы развития Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных животных, соглашение с Минобрнауки России № 075-02-2025-1585 от 27.02.2025 г.

Литература

1. Багиров В.А. Современное состояние и мировой опыт сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных животных. / В.А. Багиров, Н.А. Зиновьева // Успехи наук о животных. - 2024. - № 1 (1). - С. 5-24.
2. Zinovieva N.A. Conservation of native livestock breeds in Russia: current state and promising prospects. / N.A. Zinovieva, T.E. Deniskova, V.R. Kharzinova et al. // Animals. - 2025. - № 15 (21). - P. 3103. https://doi.org/10.3390/ani15213103
3. Boettcher P.J. The combined use of embryos and semen for cryogenic conservation of mam-malian livestock genetic resources. / P.J. Boettcher, A. Stella, F. Pizzi, G. Gandini // Genet. Sel. Evol. - 2005. - № 37. - P. 657-675. https://doi.org/10.1051/gse:2005022.
4. Smith C. Estimated costs of genetic conservation of farm animals. In Animal Genetic Resources Conservation by management, Data Banks and Training, Proceedings of the Joint FAO / C. Smith //UNEP Expert Panel Meeting, October 1983; FAO Animal Production and Health Paper 44/1. - Italy. Rome. FAO. - 1984. - P. 21-30.
5. Ollivier L. The Costs of Cryopreservation of Animal Genetic Resources. / L. Ollivier, J.P. Renard // In Book of Abstracts of the 46th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Prague, Czech Republic, 4-7 September 1995. - Wageningen Pers: Wageningen, The Netherlands, 1995. - P. 57.
6. Ferr? L.B. Transvaginal ultra-sound-guided oocyte retrieval in cattle: State-of-the-art and its impact on the in vitro fertilization embryo production out-come. / L.B. Ferr?, H. Alvarez-Gallardo, S. Romo et al. // Reprod. Domest. Anim. - 2023. - № 58. - P. 363-378. https://doi.org/10.1111/rda.14303.
7. Чинаров Р.Ю. Развитие технологии прижизненного получения ооцитов у коров: современное состояние и направления исследований (обзор). / Р.Ю. Чинаров. // Сельскохозяйственная биология. - 2024. - Т. 59, № 2. - С. 194-220. doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.194rus.
8. Чинаров Р.Ю. Результативность прижизненного получения ооцитов у коров тагильской породы. / Р.Ю. Чинаров, В.А. Луканина, Г.Н. Сингина // Ветеринария и кормление. - 2024. - № 1. - С. 89-94. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-19.
9. Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2024 г.) / ред. Воскресенский С.Б., Луконина О.Н., Сафина Г.Ф. - Россия: Лесные поляны, ФГБНУ ВНИИплем, 2025. - 261 с.
10. Сингина Г.Н. Влияние количества повторяющихся процедур OPU на эффективность получения in vitro эмбрионов у ярославской породы крупного рогатого скота. / Г.Н. Сингина, Р.Ю. Чинаров, Е.Н. Шедова // Достижения науки и техники АПК. - 2023. - Т. 37, № 11. - С. 59-64. doi: 10.53859/02352451_2023_37_11_59.
11. Чинаров Р.Ю. Влияние периода серии OPU на паттерн развития овариальных фолликулов и извлечение ооцитов у телок-доноров голштинской породы. / Р.Ю. Чинаров, В.А. Луканина, Г.Н. Сингина // Достижения науки и техники АПК. - 2025. - Т. 39, №. 2. - С. 63-68. doi: 10.53859/02352451_2025_39_2_63.
12. Seisenov B. In Vitro Fertilization in Kazakh Whiteheaded Cattle: A Comparative Study. / B. Seisenov, D. Duimbayev, N. Kazhgaliyev et al. // Life. - 2023. - № 13. - P. 1632. doi: 10.3390/life13081632.
13. Kulpiisova A. Utilization of Assisted Reproductive Technologies in Breeding Auliekol Cattle: A Comparative Study. / A. Kulpiisova, K. Yessengaliyev, G. Kassimova et al. // Life. - 2024. № 14. - P. 1167. doi: 10.3390/life14091167.

References

1. Bagirov V.A. Sovremennoe sostoyanie i mirovoj opy`t soxraneniya geneticheskix resursov sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x. / V.A. Bagirov, N.A. Zinov`eva // Uspexi nauk o zhivotny`x. - 2024. - № 1 (1). - S. 5-24.
7. Chinarov R.Yu. Razvitie texnologii prizhiznennogo polucheniya oocitov u korov: sovremennoe sostoyanie i napravleniya issledovanij (obzor). / R.Yu. Chinarov. // Sel`skoxozyajstvennaya biologiya. - 2024. - T. 59, № 2. - C. 194-220. doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.194rus.
8. Chinarov R.Yu. Rezul`tativnost` prizhiznennogo polucheniya oocitov u korov tagil`skoj porody`. / R.Yu. Chinarov, V.A. Lukanina, G.N. Singina // Veterinariya i kormlenie. - 2024. - № 1. - S. 89-94. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-19.
14. 9. Yearbook on Breeding Work in Sheep and Goat Breeding in Farms of the Russian Federation (2024). / Eds. S.B. Voskresensky, O.N. Lukonina, G.F. Safina. - Russia: Lesnye Polyany, All Russian Research Institute of Animal Breeding 2025. - 261 c.
10. Singina G.N. Vliyanie kolichestva povtoryayushhixsya procedur OPU na e`ffektivnost` polucheniya in vitro e`mbrionov u yaroslavskoj porody` krupnogo rogatogo skota. / G.N. Singina, R.Yu. Chinarov, E.N. Shedova // Dostizheniya nauki i texniki APK. - 2023. - T. 37, № 11. - S. 59-64. doi: 10.53859/02352451_2023_37_11_59.
11. Chinarov R.Yu. Vliyanie perioda serii OPU na pattern razvitiya ovarial`ny`x follikulov i izvlechenie oocitov u telok-donorov golshtinskoj porody`. / R.Yu. Chinarov, V.A. Lukanina, G.N. Singina // Dostizheniya nauki i texniki APK. - 2025. - T. 39, №. 2. - S. 63-68. doi: 10.53859/02352451_2025_39_2_63.

Для цитирования / For citation

Чинаров Р.Ю. Результативность OPU при многократном использовании телок-доноров красной горбатовской породы / Ю.Р. Чинаров, Г.Н. Сингина, С.С. Белокурова, А.Ю. Джагаев, В.А. Луканина // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.129–133.

Chinarov R.Yu. Efficiency of OPU at multiple use of donor heifers of Red Gorbatov breed / R.Yu. Chinarov, G.N. Singina, S.S. Belokurova, A.Yu. Dzhgaev, V.A. Lukanina // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.129–133.

Пресс-релиз/ Press-release

Открыт филиппинский рынок для поставок свиноводческой продукции

Россельхознадзор сообщает о достижении важного этапа в расширении экспорта животноводческой продукции на рынок Юго-Восточной Азии. Департамент сельского хозяйства Филиппин официально подтвердил признание российской системы регионализации по африканской чуме свиней (АЧС).

Филиппинская сторона провела комплексную оценку документации и мер контроля, реализуемых российской ветеринарной службой. По итогам проверки Бюро животноводства Филиппин признало достаточность ветеринарного надзора в России и эффективность принимаемых мер по смягчению рисков распространения АЧС.

Снятие запрета открывает значительные перспективы для российских производителей свинины, учитывая высокую емкость филиппинского рынка и растущий спрос на качественную мясную продукцию. Стороны согласовали условия поставок данных продуктов. На первом этапе право экспорта свиноводческой продукции на Филиппины получили 7 российских предприятий. Открытие рынка осуществлено при активном содействии Представителя Минсельхоза России и Торгпредства России на Филиппинах.

По материалам Россельхознадзора

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-30

УДК 633.1:632.4

Мониторинг микотоксинов в кормах для родительского стада кур кросса "Смена-9" за 2024–2025 гг

Шевяков А.Н., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией биохимического анализа, alex.shevy@mail.ru
Гогина Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимического анализа, n.n.gogina@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный центр "Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства", г. Сергиев Посад

Ключевые слова: корма, зерно, микотоксины, контаминация, жидкостная хромато-масс-спектрометрия, родительское стадо кур кросса "Смена-9".

Резюме. Одним из важных критериев биологической безопасности в птицеводстве является благополучие кормовой базы. Микотоксины распространены повсеместно. Все корма содержат микотоксины в той или иной степени. Однако возникновение кормовых микотоксикозов возможно контролировать, если проводить регулярный лабораторный контроль кормов и иметь ориентиры для оценки текущего статуса кормовой базы. В рамках научно-исследовательской работы на базе биохимической лаборатории ФНЦ "ВНИТИП" проводились исследования всех кормов, поступающих в СГЦ "Смена" для кормления поголовья птицы, на общую токсичность и содержание микотоксинов. Данная работа была выполнена для недопущения кормовых токсикозов и микотоксикозов у птицы СГЦ "Смена", а также для получения статистических данных по содержанию микотоксинов в кормах. За 2024 год и три квартала 2025 года было исследовано 366 образцов корма. Контроль над содержанием микотоксинов проводили с использованием метода ВЭЖХ-МС/МС. Предварительно все корма проходили тестирование экспресс методом с использованием культуры простейших Stylonichia mytilus (стилонихия митилюс) на общую токсичность. Полученные данные систематизированы по четырём производителям кормов и шести рационам для птицы. В данной публикации анализ включает в себя информацию по содержанию в кормах 14 видов микотоксинов, в том числе нормируемых: афлатоксин В1, охратоксин А, Т-2 токсин, дезоксиниваленол, фумонизин В1, зеараленон. Контаминация микотоксинами комбикормов для родительского стада кур кросса "Смена-9" наблюдается в основном микотоксинами трихотеценового ряда, а так же зеараленоном. Представлены данные по содержанию остроактуальных микотоксинов грибов рода Alternaria, повсеместно присутствующих во многих кормах и вызывающих много вопросов у производства, так как не разработана нормативная база для этих ксенобиотиков. Ситуацию с кормами в СГЦ "Смена" можно назвать благополучной, учитывая показатели максимально допустимых уровней, относительно невысокое содержание микотоксинов и редкие случаи превышения их предельно допустимых концентраций.

Monitoring of the Mycotoxins in the Compound Feeds for Parental Flock of Smena-9 Broilers for 2024–2025

Shevyakov. A.N., Gogina N.N.
Federal State Budget Scientific Institution Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Poultry Institute", Sergiev Posad

Key words: compound feed, grain, mycotoxins, contamination, liquid chromatography-mass spectrometry, parental flock of Smena-9 broilers.

Abstract. One of the key criteria for biological security in poultry farming is the safety of the feed supply. Mycotoxins are ubiquitous. All feed contains mycotoxins to varying degrees. However, the occurrence of feed-borne mycotoxicosis can be controlled through regular laboratory testing of feed and the availability of benchmarks for assessing the current status of the feed supply. As part of a research project conducted at the biochemical laboratory of the Federal Scientific Center "VNITIP," all feed supplied to the Smena poultry farm was tested for general toxicity and mycotoxin content. This study was conducted to prevent feed-borne toxicosis and mycotoxicosis in poultry at the Smena poultry farm, as well as to obtain statistical data on mycotoxin content in feed. A total of 366 feed samples were analyzed in 2024 and three quarters of 2025. Mycotoxin content was monitored using the HPLC-MS/MS method. All feeds were previously tested for general toxicity using a rapid assay using a Stylonichia mytilus protozoan culture. The data obtained are systematized for four feed manufacturers and six poultry diets. This publication analyzes the content of 14 mycotoxins in feed, including those subject to regulatory requirements: aflatoxin B1, ochratoxin A, T-2 toxin, deoxynivalenol, fumonisin B1, and zearalenone. Mycotoxin contamination of compound feed for the parent flock of Smena-9 chickens is primarily due to trichothecene mycotoxins and zearalenone. Data are presented on the content of acute mycotoxins of the Alternaria genus, which are ubiquitous in many feeds and raise many concerns for manufacturers due to the lack of a developed regulatory framework for these xenobiotics. The feed situation at the Smena State Farm can be considered favorable, given the maximum permissible levels, relatively low mycotoxin content, and rare instances of exceeding maximum permissible concentrations.

Введение

В Распоряжении Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. №2567-рIV отмечено, что ключевые ветеринарные и фитосанитарные риски в сфере агропромышленного комплекса связаны с распространением вредителей и болезней растений. Одним из перспективных направлений в "Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года" названо обеспечение биобезопасности и контроля качества сельскохозяйственного сырья и продукции переработки. Биобезопасность – это система мероприятий, направленных на защиту людей, животных, растений и окружающей среды от опасных биологических факторов (патогенных микроорганизмов, токсинов и т. д.) путем оценки и управления рисками, связанными с их распространением. Она включает в себя как внешние меры (предотвращение попадания патогенов), так и внутренние (контроль их распространения внутри объектов) [1]. Контроль безопасности и качества кормовой базы для племенной птицы СГЦ "Смена" является важным звеном в реализации планов по развитию племенного дела в Российской Федерации. Полная реализация генети-

ческого потенциала родительского стада кур кросса "Смена-9" невозможна при нарушении условий кормления и содержания птицы. Целью нашей работы была, прежде всего, профилактика возникновения кормовых токсикозов и микотосикозов, а так же проведение мониторинга содержания микотоксинов в кормах с анализом базы данных по производителям кормов и различных рационов для птицы.

Материал и методика исследований

В биохимической лаборатории ФНЦ "ВНИТИП" было исследовано 142 образца комбикорма за 2024 год и 224 образца за три квартала 2025 г. Предварительно все корма проходили тестирование экспресс методом на общую токсичность с применением тест-культуры стилонихий (Stylonychia mytilus) [2]. Полученные данные систематизированы по четырём производителям кормов и шести рационам для птицы. Предприятия, производившие комбикорма, нами зашифрованы в данной публикации под номерами 1, 2, 3, 4. Рационы для птицы включали в себя комбикорма: ПК-1-1 (для кур-несушек возраста 160–279 дней), ПК-1-2 (для кур-несушек возраста 280–420 дней), ПК-3 (для молодняка кур-несушек возраста 35–98 дней), ПК-4 (для молодняка кур-несушек во время подготовки к яйцекладке), ПК-5 (для цыплят-бройлеров возраста 1–10 дней), ПК-8 (для петухов).

Экстракцию микотоксинов из 5 г корма проводили 20 мл раствора ацетонитрил : вода : уксусная кислота (79 : 20 : 1) с последующим встряхиванием на шейкере в течение 90 минут. Детектирование и количественное определение 36 микотоксинов выполняли методом высокоэффективной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС/МС) согласно общепринятым руководствам [3, 4] с примене-

Таблица 1. Содержание микотоксинов в комбикормах для родительского стада кур кросса «Смена-9» за 2024-2025 год производителя № 1
Table 1. Mycotoxin content in compound feed for the parent flock of Smena-9 chickens for 2024-2025, manufacturer № 1

МТ	Контаминированных образцов, шт./% от всех исследованных образцов	Максимальное содержание микотоксина, мкг/кг	Медиана содержания микотоксина или среднее содержание, мкг/кг	Доля образцов с содержанием микотоксинов выше ПДК, %
Т-2	30/97	28,68	11,52	0
НТ-2	28/90	74,90	29,90	0*
ДОН	31/100	273,79	70,30	0
ФВ1	6/19	81,95	4,02±15,96	0
АВ1	1/3	менее ПКО	менее ПКО	0
ZEN	31/100	33,19	13,44	0
ОТА	25/81	10,93	2,53	6
СТЕ	11/35	2,96	0,16±0,64	0
ЦИТ	6/19	24,20	1,37±5,19	0
МОН	24/77	86,60	13,52	0

Примечание: *здесь и далее – от суммы с Т-2 токсином

Таблица 2. Содержание микотоксинов в комбикормах для родительского стада кур кросса «Смена-9» за 2024-2025 год производителя № 2
Table 2. Mycotoxin content in compound feed for the parent flock of Smena-9 cross chickens for 2024-2025, manufacturer № 2

МТ	Контаминированных образцов, шт./% от всех исследованных образцов	Максимальное содержание микотоксина, мкг/кг	Медиана содержания микотоксина или среднее содержание, мкг/кг	Доля образцов с содержанием микотоксинов выше ПДК,%
Т-2	139/92	43,06	11,21	0
НТ-2	146/97	79,51	29,44	3*
ДОН	143/95	872,70	67,30	3
ФВ1	102/68	77,40	8,45	0
АВ1	1/1	менее ПКО	менее ПКО	0
ZEN	151/100	126,63	13,25	0
ОТА	131/87	36,18	2,74	1
СТЕ	74/49	4,49	0,29±0,62	0
ЦИТ	51/34	87,52	3,98±10,93	1
МОН	150/99	146,86	44,94	0

Таблица 3. Содержание микотоксинов в комбикормах для родительского стада кур кросса «Смена-9» за 2024-2025 год производителя № 3
Table 3. Mycotoxin content in compound feed for the parent flock of Smena-9 cross chickens for 2024-2025, manufacturer № 3

МТ	Контаминированных образцов, шт./% от всех исследованных образцов	Максимальное содержание микотоксина, мкг/кг	Медиана содержания микотоксина или среднее содержание, мкг/кг	Доля образцов с содержанием микотоксинов выше ПДК,%
Т-2	155/99	61,52	15,77	1
НТ-2	151/96	83,94	28,97	1*
ДОН	154/98	2747,16	119,30	18
ФВ1	81/52	196,97	9,68±26,15	0
АВ1	44/28	2,37	0,05±0,34	0
ZEN	157/100	111,28	12,62	0
ОТА	108/69	23,00	2,90	9
СТЕ	63/40	7,74	0,28±0,89	0
ЦИТ	38/24	68,56	4,55±14,04	3
МОН	156/99	578,30	74,86	0

нием комплекса оборудования, состоящего из хроматографа Agilent Infinity 1290 (Германия) и масс-спектрометра AB SCIEX Triple Quad 5500 (США). Для хроматографического разделения применялась колонка, заполненная обращенно-фазовым сорбентом С18 с размером частиц не более 5 мкм, длиной 150 мм и внутренним диаметром 4,6 мм. (Gemini, Phenomenex, США). Для построения калибровочных графиков и в качестве внутренних стандартов были использованы стандартные растворы микотоксинов серии Biopure (Romer Labs,Австрия). Количественный анализ осуществлялся по определению площадей пиков ионов-продуктов с помощью градуировочных характеристик наружной калибровки, в режиме мониторинга множественных выбранных реакций при положительной и отрицательной ионизации (рис.).

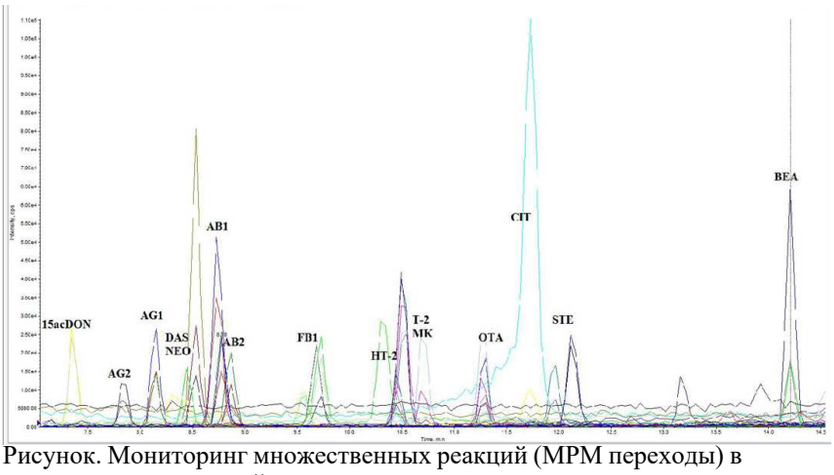


Рисунок. Мониторинг множественных реакций (MPM переходы) в режиме положительной ионизации
Figure. Monitoring of multiple reactions (MRM transitions) in positive ionization mode

Расчёт средних и медиальных значений, доверительного интервала, максимального значения, статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel 2010. В качестве предельно допустимых концентраций (ПДК), относительно которых произведён обсчёт, был выбран рекомендованный уровень, обозначенный в методических рекомендациях на с. 27–28 [5]. В данном случае ПДК соответствуют следующим значениям микрограмм на килограмм корма: Т-2 токсин (Т-2) – 50,00; сумма Т-2 и НТ-2 токсина (НТ-2) – 100,00; дезоксиниваленол (ДОН) – 500,00; фумонизин В1(ФВ1) – 1000,00; афлатоксин В1(АВ1) – 10,00; зеараленон (ЗЕН) – 250,00; охратоксин А (ОТА) – 10,00; стеригматоцистин (СТЕ) – 50,00; цитрин (ЦИТ) – 50,00; монилиформин (МОН) – 1000,00. Для микотоксинов грибов рода Alternaria – альтернариол (АЛТ), альтернариола метиловый эфир (АЛТ-ме), тентоксин (ТЕН) и тенуазоновая кислота (ТА) максимально допустимых уровней или ПДК в кормлении птицы не разработано.

Результаты и их обсуждение

Результаты анализа образцов кормов показали, что контаминация микотоксинами комбикормов для родительского стада кур кросса "Смена-9" наблюдается в основном микотоксинами трихотеценового ряда, а так же зеараленоном. Не было обнаружено вторичных метаболитов грибов рода Aspergillus – афлатоксинов В2,G1,G2, циклопиазоновой кислоты, патулина. В следовых количествах наблюдалось содержание афлатоксина В1 и трихотеценовых микотоксинов: неосоланиол, Т-2 триол, диацетооксициспренол, фузаренон Х,3-ацетил-дезоксиниваленол,15-ацетил-дезоксиниваленол, дезоксиниваленол-3гликозид.

Данные по содержанию микотоксинов в кормах от четырёх комбикормовых заводов представлены в таблицах 1–4. Они свидетельствуют о том, что превышения ПДК встречались у трёх производителей кормов и относились к охратоксину А, Т-2 токсину, сумме Т-2 и НТ-2 токсинов, дезоксиниваленолу, цитринину. Особенно критичной была ситуация у комбикормового завода № 3, где в 18 % кормов наблюдалось содержание дезоксиниваленола более 500 мкг/кг. Превышения ПДК зеараленона в кормах не наблюдалось, но контаминированы были 100 % комбикормов у всех производителей. Причём медиана содержания у всех четырёх заводов была приблизительно одинаковой от 12,62 до 22,76 мкг/кг. Трихотеценовые микотоксины типа А Т-2 и НТ-2 токсины загрязняли от 90 до 100 % кормов. Наблюдалось незначительное (от 1 до 3 %) превышение по ПДК у второго и третьего завода. Так же у заводов № 1, 2, 3 было больше, чем у № 4, обнаружено микотоксинов, вырабатываемых в основном при хранении – охратоксина А и цитринина. Микотоксин монилиформин (МОН), обладающий кардиотоксическими свойствами, содержался в большинстве кормов. Его максимальное содержание было обнаруженное в корме от производителя № 3 – 578,30 мкг/кг. Однако это содержание не превышает рекомендованный максимально допустимый уровень. Фумонизин В1, афлатоксин В1 и его химический предшественник стеригматоцистин были обнаружены в кормах от всех производителей, но в незначительных для здоровья и продуктивности птицы количествах.

В таблице 5 представлены данные по содержанию микотоксинов в кормах для разных групп птицы, законодательно не нормируемых, но часто встречающихся в кормах. Наиболее загрязнёнными рационами были ПК-4 и ПК-8. Повсеместно в кормах обнаружены микотоксины грибов рода Alternaria. Эти ксенобиотики являются эмерджентными микотоксинами, усиливающими влияние нормируемых микотоксинов. Однако предполагается, что альтернариол и его метиловый эфир могут оказывать генотокси-

Таблица 4. Содержание микотоксинов в комбикормах для родительского стада кур кросса «Смена-9» за 2024-2025 год производителя № 4
Table 4. Mycotoxin content in compound feed for the parent flock of Smena-9 chickens for 2024-2025, manufacturer № 4

МТ	Контаминированных образцов, шт./% от всех исследованных образцов	Максимальное содержание микотоксина, мкг/кг	Медиана содержания микотоксина или среднее содержание, мкг/кг	Доля образцов с содержанием микотоксинов выше ПДК,%
Т-2	23/92	16,92	6,09	0
НТ-2	25/100	31,49	17,10	0*
ДОН	24/96	185,81	63,82	0
ФВ1	12/48	10,08	3,00±4,04	0
АВ1	0/0	0	0	0
ZEN	25/100	86,64	22,76	0
ОТА	21/84	9,17	2,67	0
СТЕ	1/4	менее ПКО	менее ПКО	0
ЦИТ	0	0	0	0
МОН	25/100	119,25	32,56	0

ческое, мутагенное и канцерогенное действие на организм потребителя загрязненной продукции. Тенуазоновая кислота является ингибитором синтеза белка и более токсична. В настоящее время содержание микотоксинов грибов Alternaria в зерне и кормах не регламентируется. Относительно мониторинговых данных содержание микотоксинов грибов рода Alternaria в исследованных кормах находится на среднем уровне [6]. Исходя из данных по медиане содержания микотоксинов, наиболее контаминированы микотоксинами грибов рода Alternaria были рационы ПК-3, ПК-8 и ПК-4 .

Таблица 5. Содержание микотоксинов в комбикормах для родительского стада кур кросса «Смена-9» за 2025г. по рационам
Table 5. Mycotoxin content in compound feed for the parent flock of Smena-9 cross chickens for 2025 by rations

МТ	Контаминированных образцов, шт./% от всех исследованных образцов	Максимальное содержание микотоксина, мкг/кг	Медиана содержания микотоксина или среднее содержание, мкг/кг	Доля образцов с содержанием микотоксинов выше ПДК,%
ПК-1-1 (для кур-несушек возраста 160-279 дней)				
СТЕ	13/27	7,74	0,31±1,25	0
ЦИТ	7/14	26,13	0,86±4,27	0
МОН	49/100	578,30	49,35	0
АЛТ	48/98	59,60	9,73	нет ПДК
АЛТ-ме	48/98	13,51	5,20	
ТЕН	49/100	50,87	15,27	
ТА	38/78	966,30	55,73	
ПК-1-2 (для кур-несушек возраста 280-420 дней)				
СТЕ	17/35	3,46	0,21±0,64	0
ЦИТ	5/10	менее ПКО	0	0
МОН	47/98	555,28	61,95	0
АЛТ	46/96	83,82	9,36	нет ПДК
АЛТ-ме	46/96	14,94	4,55	
ТЕН	47/98	63,59	12,10	
ТА	44/92	485,68	102,75	
ПК-3 (для молодняка кур-несушек возраста 35-98 дней)				
СТЕ	4/15	0,92	0,06±0,22	0
ЦИТ	4/15	65,34	2,99±13,13	4
МОН	27/100	233,53	49,63	0
АЛТ	27/100	73,15	16,40	нет ПДК
АЛТ-ме	27/100	17,19	7,00	
ТЕН	27/100	66,39	22,95	
ТА	24/89	934,69	143,51	
ПК-4 (для молодняка кур-несушек во время подготовки к яйцекладке)				
СТЕ	5/19	1,95	0,09±0,42	0
ЦИТ	4/15	менее ПКО	0	0
МОН	26/100	315,70	53,68	0
АЛТ	26/100	56,37	9,07	нет ПДК
АЛТ-ме	26/100	14,67	4,76	
ТЕН	26/100	58,29	15,38	
ТА	26/100	549,09	131,37	
ПК-5 (для цыплят-бройлеров возраста 1-10 дней)				
СТЕ	3/27	1,91	0,21±0,64	0
ЦИТ	не обнаружен	-	-	0
МОН	10/91	296,22	34,34	0
АЛТ	11/100	23,41	10,67	нет ПДК
АЛТ-ме	11/100	8,22	4,56	
ТЕН	11/100	63,76	18,70	
ТА	5/45	244,43	53,49±84,82	
ПК-8 (для петухов)				
СТЕ	11/39	1,22	0,16±0,35	0
ЦИТ	3/11	менее ПКО	0	0
МОН	28/100	207,47	60,96	0
АЛТ	28/100	59,29	17,47	нет ПДК
АЛТ-ме	28/100	17,24	5,94	
ТЕН	28/100	62,76	18,32	
ТА	27/96	499,26	125,91	

Заключение

Полученные данные по контаминации 366 образцов комбикорма для родительского стада кур кросса "Смена-9" свидетельствуют о том, что каждый образец содержал от трёх и более видов микотоксинов. Ни один их исследованных образцов не был абсолютно свободным от микотоксинов. Однако ситуацию можно назвать благополучной, учитывая показатели предельно-допустимых концентраций и относительно невысокие уровни содержания микотоксинов. При обнаруженных концентрациях микотоксинов не возникнет воздействия даже вследствие синергизма. Но, учитывая факторы, влияющие на вариативность ситуации с безопасностью кормов, следует проводить исследования комбикорма для родительского стада кур кросса "Смена-9" на постоянной основе, впрочем, как и для других видов высокопродуктивных сельскохозяйственных животных и птицы. Представленный анализ контроля и данных по содержанию микотоксинов в кормах может стать полезным ориентиром для специалистов промышленного птицеводства при оценке рисков возникновения микотоксикозов.

Литература

1. Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ "О биологической безопасности в Российской Федерации" // СПС "КонсультантПлюс". // URL: https://base.garant.ru/400156868/
2. ГОСТ Р 31674-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности. - М.: Стандартинформ,2014. - 9 с.
3. Malachova A. Optimization and validation of a quantitative liquid chromatography-tandem mass spectrometric method covering 295 bacterial and fungal metabolites including all regulated mycotoxins in four model food matrices. / A. Malachova, M. Sulyok, E. Beltran et. al. // Journal of Chromatography A. - 2014. - Vol. 1362. - P. 145-156. DOI:10.1016/j.chroma.2014.08.037.
4.ГОСТ 34140-2017 Межгосударственный стандарт продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. - М.: Стандартинформ, 2017. - 20 с.
5. Методические рекомендации по диагностике, профилактике и лечению микотоксикозов животных. / Э.И. Семенов, М.Я. Тремасов, К.Х. Папуниди [и др.]. - Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2017. - 68 с. - EDN DOCMHN.
6. Проблема контаминации зерна микотоксинами грибов Alternaria. / А.С. Орина, О.П. Гаврилова, Т.Ю. Гагкаева, Н.Н. Гогина // Успехи медицинской микологии. - 2023. - Т. 24. - С. 355-359. - EDN IDEIGD.

References

1. Federal`ny`j zakon ot 30.12.2020 № 492-FZ "O biologicheskoj bezopasnosti v Rossijskoj Federacii" // SPS "Konsul`tantPlyus". // URL: https://base.garant.ru/400156868/
2. GOST R 31674-2012 Korma, kombikorma, kombikormovoe sy`r`e. Metody` opredeleniya obshhej toksichnosti. - M.: Standartinform,2014. - 9 s.
4. GOST 34140-2017 Mezhgosudarstvenny`j standart produkty` pishhevy`e, korma, prodovol`stvennoe sy`r`e. Metod opredeleniya mikotoksinov s pomoshh`yu vy`sokoe`ffektivnoj zhidkostnoj xromatografii s mass-spektrometricheskim detektirovaniem. - M.: Standartinform, 2017. - 20 s.
5.Metodicheskie rekomendacii po diagnostike, profilaktike i lecheniyu mikotoksikozov zhivotny`x. / E`.I. Semenov, M.Ya. Tremasov, K.X. Papunidi [i dr.]. - Moskva: Rossijskij nauchno-issledovatel`skij institut informacii i texniko-e`konomicheskix issledovanij po inzhenerno-texnicheskomu obespecheniyu agropromy`shlennogo kompleksa, 2017. - 68 s. - EDN DOCMHN.
6. Problema kontaminacii zerna mikotoksinami gribov Alternaria. / A.S. Orina, O.P. Gavrilova, T.Yu. Gagkaeva, N.N. Gogina // Uspexi medicinskoj mikologii. - 2023. - T. 24. - S. 355-359. - EDN IDEIGD.

Для цитирования/ For citation

Шевяков А.Н. Мониторинг микотоксинов в кормах для родительского стада кур кросса "Смена-9" за 2024-2025 гг. / А.Н. Шевяков, Н.Н. Гогина // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.134–137.
For Citation: Shevyakov A.N., Gogina N.N. (2026) Monitoring of the Mycotoxins in the Compound Feeds for Parental Flock of Smena-9 Broilers for 2024-2025 - / / Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.134–137.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-31

Шинкаренко А.Н.

УДК 619: 616.995.1: 615

Оценка эффективности препарата Supramil® таблетки в отношении циркулирующих микрофилярий Dirofilaria spp. у собак

[1]**Шинкаренко А.Н.,** доктор ветеринарных наук, проф., sudvetehkspertiza@mail.ru
[2]**Колесников П.В.,** кандидат ветеринарных наук, ветеринарный врач, pvkolesnikov@mail.ru
[3]**Мукасеев С.В.,** кандидат ветеринарных наук, ветеринарный врач, vet@astrafarm.com
[4]**Зейналов О.А.,** кандидат биологических наук, главный специалист по науке, info@skiff-pharm.ru
[1]Межрегиональная общественная организация "Национальная коллегия судебных экспертов ветеринарной медицины и биоэкологии", г. Волгоград
[2]Ветеринарная клиника "Айболит", г. Волгоград
[3]ООО "Научно-внедренческое предприятие "Астрафарм", г. Москва
[4]ООО "Научно-производственная компания "СКиФФ", г. Москва

Ключевые слова: Supramil® таблетки, R-празиквантел, мильбемицина оксим, эффективность, собаки, микрофилярицидная эффективность, микрофилярии, Dirofilaria spp., безопасность, переносимость.

Резюме. Дирофиляриоз остается одной из ключевых проблем ветеринарной медицины, вызывая у собак сердечно-легочную недостаточность и зоонозные риски для человека. В России наблюдается рост заболеваемости и экспансия ареала, подчеркивая важность разработки эффективных микрофилярицидов. В настоящей работе представлено клиническое исследование препарата Supramil® таблетки (НВП "Астрафарм", Россия), комбинации R-празиквантела (левовращающий энантиомер) и мильбемицина оксима. Исследование проведено в феврале-марте 2019 г. на 24 спонтанно инвазированных охотничьих и служебных собаках (возраст 1–9 лет, масса 3–40 кг) на базе Центра ветеринарной клинической медицины Волгоградского ГАУ и ветеринарной клиники "Айболит". Животные были разделены на три опытные группы по массе (до 5 кг, 5–20 кг, >20 кг; n=6) и контрольную (n=6). Однократно перорально вводили Supramil® в дозе 0,5 мг/кг по мильбемицину оксиму (адаптированные модификации таблеток). Эффективность оценивали модифицированным методом Knott и нативным мазком через 7, 14, 21, 28 и 35 дней; безопасность – по ГОСТ Р 58090-2018 в течение 48 ч после применения препарата. Результаты показали 100 % микрофилярицидную эффективность препарата через 7 суток (ИИ=0), эффект сохранялся 35 суток (100 % эффективность, независимо от модификации). В контроле ИИ выросла с 8,66±1,04 до 12,0±0,79 микрофилярий/мл. Нежелательных реакций у собак ни в одной из опытных групп зафиксировано не было, что подтверждает хорошую переносимость препарата. Таким образом, однократное применение препарата Supramil® таблетки является высокоэффективным и безопасным методом борьбы с микрофиляриями. Препарат рекомендован для профилактического применения в неблагополучных по дирофиляриозу регионах с интервалом 28–35 дней.

Evaluation of the microfilaricidal efficacy of Supramil® tablets against circulating Dirofilaria spp. microfilariae in dogs

[1]**Shinkarenko A.N.,** [2]**Kolesnikov P.V.,**
[3]**Mukaseev S.V.,** [14]**Zeynalov O.A.**
[1]National Collegium of Forensic Experts in Veterinary Medicine and Bioecology, Volgograd
[2]Aibolit Veterinary Clinic, Volgograd
[3]Scientific and Innovation Enterprise Astrapharm LLC, Moscow
[4]Research and production company SKiFF LLC, Moscow

Key words: Supramil® tablets, milbemycin oxime, R-praziquantel, efficacy, dogs, Dirofilaria spp, microfilaricidal efficacy, microfilariae, safety, tolerability.

Abstract. Heartworm disease remains a major challenge in veterinary medicine, causing cardiopulmonary failure in dogs and posing zoonotic risks to humans. In Russia, both incidence and geographic range are increasing, underscoring the need for effective microfilaricides. This study reports a clinical evaluation of Supramil® tablets (Astrafarm, Russia), a fixed combination of R-praziquantel (the levorotatory enantiomer) and milbemycin oxime. The trial was conducted on 24 naturally infected hunting and working dogs (1–9 years of age; 3–40 kg) at the Center for Veterinary Clinical Medicine, Volgograd State Agrarian University, and the Aibolit Veterinary Clinic. Dogs were allocated to three treatment groups by body weight (?5 kg, 5–20 kg, >20 kg; n=6 each) and an untreated control group (n=6). Supramil® was administered once orally at 0.5 mg/kg based on milbemycin oxime (tablet modifications adapted to body weight). Efficacy was assessed by the modified Knott's test and native (wet) blood smear on Days 7, 14, 21, 28, and 35; safety was evaluated according to GOST R 58090–2018 for 48 hours post-treatment. Results demonstrated 100 % microfilaricidal efficacy by Day 7 (microfilarial density = 0), which was maintained through Day 35 (100 % efficacy irrespective of tablet modification). In controls, microfilarial density increased from 8.66±1.04 to 12.0±0.79 microfilariae/mL. No adverse reactions were observed in any treated group, confirming good tolerability. Thus, a single administration of Supramil® tablets is a highly effective and safe approach for eliminating circulating microfilariae. The product is recommended for prophylactic use in heartworm-endemic regions at 28–35-day intervals.

Введение

Гельминтозы собак имеют повсеместное распространение, что в ряде случаев вследствие тесного контакта животного и владельца обусловливает риск инвазирования людей гельминтозоонозами. В этой связи особо следует отметить дирофиляриоз. Дирофиляриоз собак вызывают нематоды Dirofilaria immitis, локализующиеся в сердце, реже в лёгочных артериях, и D. repens, паразитирующие в подкожной клетчатке. Для собак наиболее патогенной является D. immitis. Дирофилярии – биогельминты, развивающиеся с участием промежуточных хозяев-кровососущих комаров родов Aedes, Culex и Anopheles. Первичное инвазирование животных совпадает с началом лёта комаров и заканчивается поздней

осенью. Передача возбудителя происходит в процессе питания промежуточных хозяев кровью, при котором личинки возбудителя (микрофилярии) проникают из хоботка комара в кровь дефинитивного хозяина. Микрофилярии циркулируют в крови 70–120 сут, по истечении этого времени личинок дирофилярий можно обнаружить в легочной артерии и сердце. Продолжительность жизни имаго 2–3 года. Биология развития D. repens подобна D. immitis [1].

Наблюдения последних лет свидетельствуют о тенденции роста заболеваемости и расширении границ распространения лёгочного (сердечного) дирофиляриоза в Российской Федерации, что является актуальной проблемой для ветеринарной медицины [1, 4, 6, 14, 16].

Дирофилярии оказывают патогенное влияние на собак, вызывая механическое, токсическое, аллергическое и иммунодепрессивное воздействия. Патологические процессы вызываются как взрослыми D. immitis, так и микрофиляриями [1, 3, 16, 17]. Личиночные стадии, мигрируя с кровотоком по организму, вызывают повреждения органов и тканей, а также могут привести к тромбозу и эмболии, закупорив просвет сосудов. Механическое повреждение внутренней выстилки сердца половозрелыми дирофиляриями при высокой интенсивности инвазии приводит к эндокардитам (эндокардозам) и нарушениям работы клапанного аппарата, а в итоге – к развитию осложнений, наиболее частым – сердечной недостаточности и возможному летальному исходу.

В связи с этим одной из важных задач ветеринарной медицины мелких домашних животных является санация инвазированных собак от личинок возбудителя дирофиляриоза и профилактика данного заболевания. Для решения этой задачи специалистами НВП "Астрафарм" и НПК "СКиФФ" [12] разработан лекарственный препарат Supramil® таблетки, обладающий профилактическим [15] и микрофилярицидным действием в отношении Dirofilaria spp., применяемый также для лечения кишечных гельминтозов у собак и кошек [7]. Активными компонентами препарата являются R-празиквантел и мильбемицина оксим.

Таблица 1. Результаты определения микрофилярицидной активности антигельминтного препарата Supramil® таблетки
Table 1. Results of determination of microfilaricidal activity of the anthelmintic drug Supramil® tablets

Модификация препарата/ количество собак в группе	ИИ до применения	ИИ после обработки				
		Чер. 7 дн.	Чер. 14 дн.	Чер. 21 дн.	Чер. 28 дн.	Чер. 35 дн.
Supramil® таблетки для собак и щенков массой до 5 кг n=6	4,83±0,99	0	0	0	0	0
Supramil® таблетки для собак и щенков массой до 20 кг n=6	8,0±1,41	0	0	0	0	0
Supramil® таблетки для собак массой от 20 до 50 кг n=6	9,16±0,65	0	0	0	0	0
Контрольная группа n=6	8,66± 1,04	9,16± 1,17	9,5± 1,00	10,83± 1,17	11,33± 1,0	12,0± 0,79

Прим.: ИИ – интенсивность инвазии (количество микрофилярий в 1 мл крови)

Таблица 2. Результаты наблюдений за клиническим состоянием животных после применения антигельминтного препарата Supramil® таблетки
Table 2. Results of observations of the clinical condition of animals after the use of the anthelmintic drug Supramil® tablets

Модификация препарата/ количество собак в группе	Наличие нежелательных реакций и их характер						
	Время от перорального введения препарата						
	10 мин.	20 мин.	30 мин.	1 час.	2 часа	24 часа	48 часов
Supramil® таблетки для щенков и собак массой до 5 кг/ n=6	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Supramil® таблетки для щенков и собак массой до 20 кг/ n=6	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Supramil® таблетки для собак массой от 20 до 50 кг/ n=6	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет

R-празиквантел – левовращающий энантиомер празиквантела [18, 19, 21, 23, 24]. Это относительно новое для ветеринарных антигельминтных препаратов ДВ с цестодоцидной активностью. Механизм действия R-празиквантела основан на индуцировании распада тегумента, стойкой деполяризации мышечных клеток гельминта, нарушении энергетического обмена, что вызывает паралич и гибель цестод и способствует их выведению из желудочно-кишечного тракта. Использование R-празиквантела вместо рацемической смеси изомеров, которой является коммерческий празиквантел, традиционно используемый в составе медицинских и ветеринарных антигельминтиков, позволило обосновать снижение дозы активного изомера без снижения его специфической активности [20, 22, 25-27]. Это послужило основой для создания первого в мировой практике антигельминтика для мелких домашних животных Празител® Особый суспензия [11]. R-празиквантел в его составе позволил значительно снизить дозу цестодоцидного компонента с сохранением высокой эффективности [8, 9, 13]. Полученные результаты с учётом лекарственной формы послужили базисом для создания лекарственного препарата Supramil® таблетки.

Мильбемицина оксим – макроциклический лактон, продукт ферментативной деятельности Streptomyces hygroscopicus var. aureolacrimosus. Механизм его действия обусловлен повышением проницаемости клеточных мембран для ионов хлора (Cl-), что приводит к гиперполяризации мембран нейронов и миоцитов, параличу и гибели чувствительных нематод. Соединение активно в отношении личинок и имаго нематод, паразитирующих в желудочно-кишечном тракте кошек и собак, а также обладает микрофилярицидной активностью, лежащей в основе использования его и некоторых других макролактонов в составе препаратов против инвазионных личинок (L3) D. immitis и D. repens.

Антигельминтики Мильбемакс (Elanco Europe Ltd, Великобритания) и Милпразон (KRKA, Словения), содержащие празиквантел и мильбемицина оксим, показывают высокую эффективность в отношении нематод и цестод животных-компаньонов. Определенными недостатками данных препаратов являются принадлежность к III классу опасности (вещества умеренно опасные) по ГОСТ 12.1.007-76, а также использование, как и других ветеринарных антигельминтиках рацемического празиквантела, в общепринятой дозе 5 мг/кг. Использование активного энантиомера празиквантела в составе препарата Supramil® таблетки вместо смеси изомеров позволило вдвое снизить его доз при сохранении

100%-ной цестодоцидной эффективности при разовом применении, а также существенно улучшить токсикологический профиль нового антигельминтика до IV класса опасности в сравнении с зарубежными аналогами. Supramil® таблетки по степени воздействия на организм относится к малоопасным веществам [10] и в рекомендованных дозах хорошо переносится целевыми животными разных возрастных групп [5]. В данной работе представлены результаты клинического исследования микрофилярицидной эффективности антигельминтного препарата Supramil® таблетки у собак.

Материалы и методы

Оценка микрофилярицидной эффективности антигельминтного препарата Supramil® таблетки при дирофиляриозе собак проведена на базе Центра ветеринарной клинической медицины Волгоградского ГАУ и ветклиники "Айболит" (г. Волгоград) в период с февраля по март 2019 г. Для проведения исследования было отобрано 24 охотничьих и служебных собак различных пород, в возрасте от 1 года до 9 лет, массой тела от 3 до 40 кг, спонтанно заражённых Dirofilaria spp., которым по результатам анализа крови модифицированным методом J. I. Knott и методом нативного мазка был поставлен диагноз "Дирофиляриоз".

По принципу пар-аналогов животных разделили на 3 опытных и одну контрольную группы (по 6 собак в каждой):

– 1-я опытная группа включала 6 собак в возрасте от 2 до 7 лет массой тела 3–10 кг;

– 2-я опытная группа включала 6 собак в возрасте от 2 до 9 лет массой тела 10–20 кг

– 3-я опытная группа включала 6 собак в возрасте от 2 до 9 лет массой тела более 20 кг;

– контрольная группа включала 6 собак в возрасте от 3 до 8 лет массой тела 10–20 кг.

Собаки контрольной группы в ходе эксперимента не подвергались обработке антигельминтиком, тогда как животным опытных групп однократно перорально вводился препарат Supramil® таблетки.

Supramil® таблетки для собак производства ООО "НВП "Астрафарм" (г. Москва) выпускается в трёх модификациях:

– для щенков и собак с массой до 5 кг (масса таблетки 103 мг): R-празиквантел – 6,25 мг и мильбемицина оксим – 1,25 мг, 1 таблетка на 2,5 кг массы тела;

– для щенков и собак с массой до 20 кг (масса таблетки 103 мг): R-празиквантел 25,0 мг и мильбемицина оксим – 5,0 мг, 1 таблетка на 10,0 кг массы тела;

– для собак с массой от 20 до 50 кг (масса таблетки 309 мг): R-празиквантел – 62,5 мг и мильбемицина оксим – 12,5 мг, 1 таблетка на 25 кг массы тела.

В исследовании использовали все три модификации антигельминтика, применяя их из расчёта получения дозы по мильбемицин оксиму, равной 0,5 мг/кг массы тела животного. Соответственно, 1-я опытная группа получала препарат для щенков и собак до 5 кг в дозе 1 таблетка на 2,5 кг массы тела; 2-я опытная группа – препарат для щенков и собак до 20 кг в дозе 1 таблетка на 10,0 кг массы тела, а 3-я опытная группа – Supramil® таблетки для собак массой 20–50 кг в дозе 1 таблетка на 25,0 кг. Учёт микрофилярицидной эффективности проводили модифицированным методом J.I. Knott и методом нативного мазка через 7, 14, 21, 28 и 35 дней после однократного перорального введения препарата.

С целью выявления возможных нежелательных реакций организма на применение препарата проводилось наблюдение за состоянием животных с оценкой клинических признаков на основании общепринятых критериев и согласно ГОСТ [2] в период 24–48 часов после обработки.

Результаты и обсуждение

При изучении микрофилярицидной активности нового антигельминтика Supramil® для оценки эффективности действия препарата использовали сравнение среднего по группе показателя интенсивности инвазии (ИИ) до и после однократной обработки опытных собак препаратом, где указанный показатель ИИ соответствовал числу микрофилярий в 1 мл крови животного.

Результаты проведенного исследования представлены в таблице 1. Из полученных данных следует, что исследование периферической крови модифицированным методом J I. Knott и методом нативного мазка уже на 7 день после введения препарата не выявило микрофилярий в образцах, полученных от опытных животных. Последующие анализы, выполненные через 14, 21, 28 и 35 дней после обработки, показали тот же результат, что позволяет сделать вывод не только о высокой микрофилярицидной эффективности препарата Supramil®, но и о его пролонгированном действии. Следует также отметить, что при соблюдении рекомендуемой дозы мильбемицина оксима 0,5 мг/кг массы тела результат не зависел от используемой модификации препарата. В контрольной группе за тот же период времени (5 недель) наблюдалось увеличение среднего показателя ИИ.

Результаты изучения возможности возникновения нежелательных реакций при пероральном применении исследуемого антигельминтного препарата отражены в таблице 2. Представленные в таблице 2 данные показывают, что ни в одной из опытных групп не было выявлено собак, в клиническом состоянии которых отмечались какие-либо отклонения от нормы при пероральном введении исследуемого препарата, а также в течение 2-х суток после его применения. Это позволяет сделать вывод о безопасности применения таблеток Supramil® для организма животных при проведении обработки с целью уничтожения микрофилярий при дирофиляриозе собак. Применение препарата собакам и щенкам пород колли, бобтейл, шелти и их метисов при необходимости рекомендуется проводить под наблюдением ветеринарного врача.

Заключение

Специалистами НВП "Астрафарм" и НПК "СКиФФ" разработан комбинированный антигельминтный препарат Supramil® таблетки, обладающий профилактическим и микрофилярицидным действием в отношении инвазионных личинок (L3) Dirofilaria spp., применяемый также для лечения кишечных гельминтозов у собак и кошек. В качестве ДВ в состав препарата входят R-празиквантел и мильбемицина оксим. Supramil® таблетки по степени воздействия на организм относится к IV классу опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76 и в рекомендованных дозах хорошо переносится животными разных возрастных групп.

После однократной обработки спонтанно инвазированных дирофиляриями собак препаратом Supramil® в дозе 0,5 мг/кг массы тела по мильбемицину оксиму уже через неделю личинок D. immitis в периферической крови не выявлено. Последующие анализы, проведенные через 14, 21, 28 и 35 дней после обработки, показали тот же результат, что позволяет сделать вывод не только о высокой микрофилярицидной эффективности препарата, но и о его пролонгированном действии. Кроме того, при использовании рекомендуемой дозы мильбемицина оксима 0,5 мг/кг массы тела результат не зависел от используемой модификации. Микрофилярицидная эффективность всех трёх испытанных дозировок антигельминтика Supramil® таблетки в течение 35-и дней после однократной обработки соответствовала 100 %. С учетом этого, данный препарат целесообразно использовать для профилактического применения собакам в регионах, неблагополучных по дирофиляриозу, с интервалом 28–35 дней. При оценке безопасности ни у одного животного, получавшего препарат, не зарегистрировано нежелательных реакций.

Препарат разработан и выведен на рынок при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере

Литература
1. Архипов И.А. Дирофиляриоз: монография. / И.А. Архипов, Д.Р. Архипова. - М.: Россельхозакадемия, 2004. - 194 с.
2. ГОСТ Р 58090-2018 Клиническое обследование непродуктивных животных. Общие требования: дата введения 2018-10-01. - Москва: Стандартинформ, 2018. - 12 с.
3. Колесников П.В. Диагностика и терапия кардиопульмональной недостаточности при дирофиляриозе у собак: спец. 16.00.01 "Диагностика болезней и терапия животных", 03.00.19 "Паразитология": автореф. дис. ... канд. вет. наук. / Колесников Павел Викторович. - п. Персиановский, 2009. - 21 с.
4. Кравченко И.А. Дирофиляриоз животных и человека в Алтайском крае. / И.А. Кравченко // Тр. Всерос. ин-та гельминтол. - Москва: ВИГИС. - 2007. - Т. 45. - С. 141-147.
5. Мукасеев С.В. Оценка переносимости антигельминтного препарата Supramil® таблетки собаками и кошками. / С.В. Мукасеев, О.А. Зейналов // Российский ветеринарный журнал. - 2023. - № 3-4 . - С. 15-25.
6. Нагорный С.А. Эпизоотология и эпидемиология дирофиляриоза в Ростовской области. / С.А. Нагорный, Л.А. Ермакова, Е.Ю. Криворотова // Инфекция и иммунитет. - 2012. - Т. 2. - № 1-2. - С. 373.
7. Оробец В.А. Эффективность нового антигельминтного препарата Supramil® таблетки при кишечных гельминтозах собак и кошек. / В.А. Оробец, О.И. Севостьянова, И.В. Заиченко и др. // Российский ветеринарный журнал. - 2022. - № 1 - С. 30-41. DOI: 10.32416/2500-4379-2022-2-30-41.
8. Оробец В.А. Эффективность нового антигельминтного препарата Празител® Особый при лечении кишечных гельминтозов собак старше 6 лет. / В.А. Оробец, О.И. Севостьянова, И.В. Заиченко, С. В. Мукасеев // Российский ветеринарный журнал. - 2018. - № 2. - С. 45-48.
9. Оробец В.А. Оценка терапевтической эффективности суспензии Празител® Особый при кишечных гельминтозах щенков и котят. / В.А. Оробец, О.И. Севостьянова, И.В. Заиченко, С.В. Мукасеев // Российский ветеринарный журнал. - 2019. - № 7 - С. 25-32.
10. Оробец В.А. Токсикологическая оценка антигельминтного препарата Supramil® таблетки для собак и кошек. / В.А. Оробец, С.В. Мукасеев. О.А. Зейналов // Ветеринария. - 2022. - № 6. - С. 55-62.
11. Патент RU 2613490 C2. Композиция на основе R(-)-празиквантела для лечения и профилактики гельминтозов у теплокровных. Владелец патента: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственная компания "СКиФФ". Автор: Золотарёва Вера Анатольевна. Начало действия: 2015.01.27. Публикация: 2017.03.16. Подача: 2015.01.27.
12. Патент RU 2722272 C1. Средство для лечения и профилактики нематодозов и цестодозов у мелких домашних животных Владелец патента: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственная компания "СКиФФ". Авторы: Кокорина Любовь Михайловна, Зейналов Орхан Ахмед оглы. Начало действия: 2019.04.30. Публикация: 2020.05.28. Подача: 2019.04.30.
13. Празител Особый. Уникальное решение для профилактики и лечения гельминтозов у кошек и собак старше 6 лет. // VetPharma. - 2017. - № 3 (37). - С. 20-27. // URL: https://vetpharma.org/archive/.
14. Романова Е.М. Экологическая обусловленность распространения дирофиляриоза в Ульяновской области. / Е.М. Романова, Т.А. Индирякова, Н.В. Зонина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2009. - Т. 11. - № 1(4). - С. 793.
15. Шинкаренко А.Н. Оценка эффективности нового антигельминтного препарата Supramil® таблетки для профилактики дирофиляриоза собак. / А.Н. Шинкаренко, К.С. Каменов, С.В. Мукасеев, О.А. Зейналов // Российский ветеринарный журнал. - 2022. - № 3-4 - С. 31-35. DOI: 10.32416/2500-4379-2022-3-4-31-35.
16. Шинкаренко А.Н. Экология паразитов собак и меры борьбы с вызываемыми ими заболеваниями в Нижнем Поволжье: спец. 03.00.19 "Паразитология", 16.00.03 "Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология": автореф. дис. … докт. вет. наук / Шинкаренко Александр Николаевич. - Иваново, 2005. - 53 с.
17. Ястреб В.Б. Особенности патогенеза при дирофиляриозах собак, вызываемых Dirofilaria immitis и D. repens. / В.Б. Ястреб // Матер. докл. науч. конф. "Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями". - М., 2009. - С. 448 - 452.
18. Andrews P. Praziquantel. / P. Andrews, H. Thomas, R. Pohlke, J. Seubert // Med. Res. Rev. - 1983. - № 3. - P. 147-200.
19. Cioli D. Schistosomiasis control: Praziquantel forever? / D. Cioli, L. Pica-Mattoccia, A. Basso, A. Guidi // Mol Biochem Parasitol. - 2014. - № 195 (1). - P. 23-29.
20. Liu Y.H. Levo-praziquantel versus praziquantel in experimental and clinical treatment of schistosomiasis japonica. / Y.H. Liu, M.X. Qian, X.G. Wang et al. // Chin. Med. J. (Engl). - 1993. - № 106. - P. 593-596.
21. Meister, I., Ingram-Sieber, K., Cowan, N., Todd, M., Robertson, M. N., Meli, C., Patra, M., Gasser, G., Keiser, J. Activity of praziquantel enantiomers and main metabolites against Schistosoma mansoni. Antimicrob Agents Chemother, 2014; Sep 30; 58(9):5466-72.
22. Meyer, T., Sekljic, H., Fuchs, S., Bothe, H., Schollmeyer, D., Miculka, C. Taste, a new incentive to switch to (R)-Praziquantel in schistosomiasis treatment. PLoS Negl. Trop. Dis. 2009; 3, p. 357.
23. Meyer T. Taste, a new incentive to switch to (R)-Praziquantel in schistosomiasis treatment. / T. Meyer, H. Sekljic, S. Fuchs et al. // PLoS Negl. Trop. Dis. - 2009. - № 3. - P. 357.
24. Olliaro P. The little we know about the pharmacokinetics and pharmacodynamics of praziquantel (racemate and R-enantiomer). / P. Olliaro, P. Delgado-Romero, J. Keiser // J. Antimicrob. Chemother. - 2014. - № 69 (4). - P. 863-870.
25. Shuhua X. Tegumental changes in adult Schistosoma mansoni harboured in mice treated with praziquantel enantiomers. / X. Shuhua, S. Binggui, J. Chollet, M. Tanner // Acta Trop. - 2000. - № 76 (2). - P. 107-117.
26. Wu M.H. Comparison of the therapeutic efficacy and side effects of a single dose of levo-praziquantel with mixed isomer praziquantel in 278 cases of schistosomiasis japonica. / M.H. Wu, C.C. Wei, Z.Y. Xu et al. // Am. J. Trop. Med. Hyg. - 2000. - № 45. - P. 345-349.
27. Xiao S. Scanning electron microscope observation on tegumental alteration of Schistosoma japonicum induced by levo- and dextro-praziquantel. / S. Xiao, B. Shen // Institute of Parasitic Diseases, Chinese Academy of Preventive Medicine, Shanghai. - 1995. - № 13(1). - P. 46-50.

References
1. Arxipov I.A. Dirofilyarioz: monografiya. / I.A. Arxipov, D.R. Arxipova. - M.: Rossel`xozakademiya, 2004. - 194 s.
2. GOST R 58090-2018 Klinicheskoe obsledovanie neproduktivny`x zhivotny`x. Obshhie trebovaniya: data vvedeniya 2018-10-01. - Moskva: Standartinform, 2018. - 12 s.
3.Kolesnikov P.V. Diagnostika i terapiya kardiopul`monal`noj nedostatochnosti pri dirofilyarioze u sobak: specz. 16.00.01 "Diagnostika boleznej i terapiya zhivotny`x", 03.00.19 "Parazitologiya": avtoref. dis. ... kand. vet. nauk. / Kolesnikov Pavel Viktorovich. - p. Persianovskij, 2009. - 21 s.
4. Kravchenko I.A. Dirofilyarioz zhivotny`x i cheloveka v Altajskom krae. / I.A. Kravchenko // Tr. Vseros. in-ta gel`mintol. - Moskva: VIGIS. - 2007. - T. 45. - S. 141-147.
5. Mukaseev S.V. Ocenka perenosimosti antigel`mintnogo preparata Supramil® tabletki sobakami i koshkami. / S.V. Mukaseev, O.A. Zejnalov / / Rossijskij veterinarny`j zhurnal. - 2023. - № 3-4 . - S. 15-25.
6. Nagorny`j S.A. E`pizootologiya i e`pidemiologiya dirofilyarioza v Rostovskoj oblasti. / S.A. Nagorny`j, L.A. Ermakova, E.Yu. Krivorotova // Infekciya i immunitet. - 2012. - T. 2. - № 1-2. - S. 373.
7. Orobecz V.A. E`ffektivnost` novogo antigel`mintnogo preparata Supramil® tabletki pri kishechny`x gel`mintozax sobak i koshek. / V.A. Orobecz, O.I. Sevost`yanova, I.V. Zaichenko i dr. // Rossijskij veterinarny`j zhurnal. - 2022. - № 1 - S. 30-41. DOI: 10.32416/2500-4379-2022-2-30-41.
8. Orobecz V.A. E`ffektivnost` novogo antigel`mintnogo preparata Prazitel® Osoby`j pri lechenii kishechny`x gel`mintozov sobak starshe 6 let. / V.A. Orobecz, O.I. Sevost`yanova, I.V. Zaichenko, S. V. Mukaseev // Rossijskij veterinarny`j zhurnal. - 2018. - № 2. - S. 45-48.
9. Orobecz V.A. Ocenka terapevticheskoj e`ffektivnosti suspenzii Prazitel® Osoby`j pri kishechny`x gel`mintozax shhenkov i kotyat. / V.A. Orobecz, O.I. Sevost`yanova, I.V. Zaichenko, S.V. Mukaseev // Rossijskij veterinarny`j zhurnal. - 2019. - № 7 - S. 25-32.
10. Orobecz V.A. Toksikologicheskaya ocenka antigel`mintnogo preparata Supramil® tabletki dlya sobak i koshek. / V.A. Orobecz, S.V. Mukaseev. O.A. Zejnalov // Veterinariya. - 2022. - № 6. - S. 55-62.
11. Patent RU 2613490 C2. Kompoziciya na osnove R(-)-prazikvantela dlya lecheniya i profilaktiki gel`mintozov u teplokrovny`x. Vladelecz patenta: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu Nauchno-proizvodstvennaya kompaniya "SKiFF". Avtor: Zolotaryova Vera Anatol`evna. Nachalo dejstviya: 2015.01.27. Publikaciya: 2017.03.16. Podacha: 2015.01.27.
12. Patent RU 2722272 C1. Sredstvo dlya lecheniya i profilaktiki nematodozov i cestodozov u melkix domashnix zhivotny`x Vladelecz patenta: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu "Nauchno-proizvodstvennaya kompaniya "SKiFF". Avtory`: Kokorina Lyubov` Mixajlovna, Zejnalov Orxan Axmed ogly`. Nachalo dejstviya: 2019.04.30. Publikaciya: 2020.05.28. Podacha: 2019.04.30.
13. Prazitel Osoby`j. Unikal`noe reshenie dlya profilaktiki i lecheniya gel`mintozov u koshek i sobak starshe 6 let. // VetPharma. - 2017. - № 3 (37). - S. 20-27. // URL: https://vetpharma.org/archive/.
14. Romanova E.M. E`kologicheskaya obuslovlennost` rasprostraneniya dirofilyarioza v Ul`yanovskoj oblasti. / E.M. Romanova, T.A. Indiryakova, N.V. Zonina // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. - 2009. - T. 11. - № 1(4). - S. 793.
15. Shinkarenko A.N. Ocenka e`ffektivnosti novogo antigel`mintnogo preparata Supramil® tabletki dlya profilaktiki dirofilyarioza sobak. / A.N. Shinkarenko, K.S. Kamenov, S.V. Mukaseev, O.A. Zejnalov // Rossijskij veterinarny`j zhurnal. - 2022. - № 3-4 - S. 31-35. DOI: 10.32416/2500-4379-2022-3-4-31-35.
16. Shinkarenko A.N. E`kologiya parazitov sobak i mery` bor`by` s vy`zy`vaemy`mi imi zabolevaniyami v Nizhnem Povolzh`e: specz. 03.00.19 "Parazitologiya", 16.00.03 "Veterinarnaya mikrobiologiya, virusologiya, e`pizootologiya, mikologiya s mikotoksikologiej i immunologiya": avtoref. dis. … dokt. vet. nauk / Shinkarenko Aleksandr Nikolaevich. - Ivanovo, 2005. - 53 s.
17. Yastreb V.B. Osobennosti patogeneza pri dirofilyariozax sobak, vy`zy`vaemy`x Dirofilaria immitis i D. repens. / V.B. Yastreb // Mater. dokl. nauch. konf. "Teoriya i praktika bor`by` s parazitarny`mi boleznyami". - M., 2009. - S. 448 - 452.

Для цитирования / For citation

Оценка эффективности препарата Supramil® таблетки в отношении циркулирующих микрофилярий Dirofilaria spp. у собак / Шинкаренко А.Н. [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.138–141.

Efficacy of Supramil® tablets against circulating microfilariae of Dirofilaria spp. in dogs/ Shinkarenko A.N. [et al.] // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.138–141.

DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2026-1-32

УДК 636.5.034

Формы клетчатки и их воздействие на организм кур-несушек

Яловенко И.Д., аспирант, лаборант-исследователь, yalovenko-02@mail.ru
Лебедев С.В., доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, lsv74@list.ru
ФГБНУ Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург.

Ключевые слова: пищевые волокна, клетчатка, куры-несушки, домашняя птица, кормление, птицеводство.

Резюме. В данной обзорной статье рассматриваются современные исследования влияния различных форм клетчатки на организм и общую продуктивность кур-несушек. Ранее пищевые волокна ошибочно воспринимались как вещества, препятствующие усвоению питательных веществ. Однако современные исследования показывают, что, в зависимости от их вида и количества, они оказывают многогранное положительное воздействие на процессы пищеварения, общее состояние организма и его функциональность. Пищевые волокна подразделяют на растворимые (пектины, арабиногалактаны, β-глюканы) и нерастворимые (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин). Функциональное действие этих двух типов клетчатки кардинально отличается. Нерастворимая клетчатка стимулирует развитие мышечного желудка и зоба, оптимизирует перистальтику желудочно-кишечного тракта, стимулирует секрецию пищеварительных ферментов и повышает биодоступность нутриентов, а также служит средством профилактики расклева. В отличие от нее, растворимые волокна увеличивают вязкость химуса, что потенциально может замедлять процесс пищеварения, однако они активно подвергаются ферментации кишечной микрофлорой. Микробная ферментация клетчатки в толстом кишечнике приводит к образованию короткоцепочечных жирных кислот, которые служат дополнительным энергоресурсом, снижают pH среды и подавляют патогены. Пищевые волокна оптимизируют состав микробиоты, стимулируя пролиферацию комменсальных бактерий и подавляя рост условно-патогенных микроорганизмов. Кроме того, они оказывают иммуномодулирующее действие, усиливая барьерную функцию кишечника, стимулируя лимфоидную ткань и выработку защитных факторов. Результаты обзора свидетельствуют о том, что сбалансированное включение разнообразных видов клетчатки в рацион кур-несушек играет ключевую роль в улучшении пищеварительных процессов, обеспечении здоровья кишечника, усилении иммунной защиты и, как следствие, в повышении общей продуктивности птицы. Определение оптимальных источников, дозировки и соотношения различных типов клетчатки остается приоритетной задачей для дальнейших научных исследований.

Forms of fiber and their effects on the body of laying hens

Yalovenko I.D., Lebedev S.V.
FSBSI Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg.

Key words: dietary fiber, fiber, laying hens, poultry, feeding, poultry farming.

Abstract. This review article examines current research on the effects of various forms of fiber on the body and overall productivity of laying hens. Previously, dietary fiber was mistakenly perceived as substances that interfere with the absorption of nutrients. However, modern research shows that, depending on their type and quantity, they have a multifaceted positive effect on digestive processes, the general condition of the body and its functionality. Dietary fiber is divided into soluble (pectins, arabinogalactans, beta-glucans) and insoluble (cellulose, hemicellulose, lignin). The functional effect of these two types of fiber is radically different. Insoluble fiber stimulates the development of the muscular stomach and goiter, optimizes the peristalsis of the gastrointestinal tract, stimulates the secretion of digestive enzymes and increases the bioavailability of nutrients, and also serves as a means of preventing gout. In contrast, soluble fibers increase the viscosity of the chyme, which can potentially slow down the digestive process, but they are actively fermented by the intestinal microflora. Microbial fermentation of fiber in the large intestine leads to the formation of short-chain fatty acids, which serve as an additional energy resource, lower the pH of the medium and suppress pathogens. Dietary fiber optimizes the composition of the microbiota by stimulating the proliferation of commensal bacteria and suppressing the growth of opportunistic microorganisms. In addition, they have an immunomodulatory effect, enhancing the intestinal barrier function, stimulating lymphoid tissue and the production of protective factors. The results of the review indicate that the balanced inclusion of various types of fiber in the diet of laying hens plays a key role in improving digestive processes, ensuring intestinal health, strengthening immune defenses and, as a result, in increasing the overall productivity of poultry. Determining the optimal sources, dosages, and ratios of different types of fiber remains a priority for further scientific research.

Введение

Волокна клетчатки представляют собой остатки растительных компонентов, которые не могут быть переварены пищеварительными ферментами животных и птиц [1]. Клетчатку подразделяют на растворимую и нерастворимую. К растворимой клетчатке относят арабиногалактаны, бета-глюканы, пектины, которые содержатся в овощах, фруктах и корнеплодах. Нерастворимая клетчатка (целлюлозные волокна, входящие в состав растительных клеток) содержится в зерновых культурах [2]. Поиск в ведущих научных базах данных (Scopus, Web of Science, PubMed, Elibrary, CyberLeninka и др.) по запросам, касающимся пищевых волокон и их роли в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы (включая кур-несушек), показал наличие 6300 статей. Из них примерно 800 статей (что составляет около 13 % от общего числа) конкретно изучают использование клетчатки в питании кур-несушек. Исторически клетчатка ассоциировалась с антипитательными свойства-

ми, проявляющимися в снижении потребления корма и ингибировании абсорбции нутриентов [3]. Однако более детальный анализ данных показал, что клетчатка оказывает значительное и всестороннее воздействие на формирование желудочно-кишечного тракта и физиологию пищеварения сельскохозяйственной птицы, затрагивая процессы переваривания, ферментации и абсорбцию нутриентов [4]. С точки зрения питания, пищевые волокна рассматриваются как группа разнородных соединений, состоящая из всех сахаридов (за исключением крахмала) и лигнина, который в свою очередь устойчив к ферментативному гидролизу [5]. При оценке влияния пищевых волокон в рационах птицы были получены значительно отличающиеся результаты по причине использования разных типов клетчатки и составов кормов. Понимание функциональной роли различных пищевых волокон в питании несушек является важным шагом на пути повышения эффективности производства, поскольку как растворимые, так и нерастворимые волокна имеют практическое значение для кормопроизводства и животноводства, особенно с учетом применения альтернативных источников корма с высоким содержанием клетчатки [6].

Материал и методы исследований

Для исследований служили статистические и аналитические данные, отраженные в отечественной и зарубежной литературе. В ходе исследований было проанализировано более 300 различных источников. Для поиска были использованы такие базы данных, как Scopus, Web of Science, PubMed, Elibrary, CyberLeninka, Google Scholar и др.

Целью данного обзора является систематизация и анализ существующих данных о влиянии разных видов клетчатки на физиологические показатели домашней птицы. Обзор направлен на определение перспективных направлений дальнейших исследований в этой области.

Результаты исследований

Пищевые волокна и их использование в питании сельскохозяйственной птицы

Термин "пищевые волокна" был впервые предложен Хипсли [7] в качестве сокращённого обозначения неусвояемых компонентов, из которых состоит клеточная стенка растений. Однако определение клетчатки до сих пор имеет различные интерпретации. Наиболее распространенное – это "все полисахариды и лигнин, которые не перевариваются эндогенной секрецией пищеварительного тракта". В настоящее время большинство специалистов по кормлению животных используют либо физиологическое, либо химическое определение [8]. Согласно физиологическому определению, клетчатка – это "пищевые компоненты, устойчивые к расщеплению ферментами млекопитающих", а согласно химическому определению, это "сумма некрахмальных полисахаридов и лигнина".

Обычно пищевые волокна характеризуют на основе его растворимости в воде. Растворимые волокна, такие как β-глюканы из ячменя и овса, арабиногалактаны из пшеницы и ржи, пектины из фруктов и жома сахарной свеклы, повышают вязкость кишечника и снижают скорость прохождения корма, что, в свою очередь, снижается процент усвоения питательных веществ и ростовые характеристики [9]. В противоположность этому, нерастворимая клетчатка, характерная для овсяных хлопьев и шелухи подсолнечника, обладает отличным от растворимой клетчатки механизмом воздействия на пищеварительную систему [10], что выражается увеличением времени удержания химуса в верхней части ЖКТ, стимулируя развитие желудка и выработку эндогенных ферментов, улучшая усвояемость крахмала, липидов и других компонентов рациона [11]. До недавнего времени считалось, что микроорганизмы быстрее расщепляют растворимую клетчатку, чем нерастворимую [12]. В частности в таблице представлена оценка эффективности различных источников клетчатки для кормления сельскохозяйственной птицы.

Несколько исследований [13, 14] показывают сильную отрицательную корреляцию между содержанием клетчатки в рационе и усвояемостью белков и жиров. Пищевые волокна не могут быть гидролизованы пищеварительными ферментами в тонком кишечнике, но могут быть в определенной степени переварены микрофлорой желудочно-кишечного тракта. Конечными продуктами микробного брожения являются различные газы (H_2, CO_2, CH_4), молочная кислота и короткоцепочечные жирные кислоты. Процесс пищеварения растворимых пищевых волокон в слепой кишке является достаточно полным. Нерастворимые некрахмальные полисахариды, напротив, практически не подвергаются ферментативному расщеплению, однако их последующая микробная ферментация до короткоцепочечных жирных кислот обеспечивает животным определенный энергетический ресурс [15]. Применение рационов с высоким уровнем клетчатки, в особенности нерастворимой фракции, в кормлении кур-несушек снижает частоту проявления расклева перьев. Такой подход может служить альтернативой традиционной практике подрезания клюва [16]. Положительное влияние оказывается и на пищеварительный тракт птицы: улучшается работа зоба, увеличивается выработка желчных кислот и пищеварительных ферментов, а также нормализуется состав кишечной микрофлоры. Данные изменения способствуют оптимизации усвоения нутриентов и повышению продуктивных показателей. [17]. Кроме того, клетчатка в рационе сельскохозяйственной птицы играет важную роль в поддержании здоровья кишечника, создавая барьер, который мешает патогенным бактериям колонизировать слизистую оболочку [18]. Многообразие пищевых волокон обусловлено различиями в их структурных, физико-химических (растворимость, гидратация, вязкость, плотность) и функциональных характеристиках. Эти отличия, а также химический состав, ферментируемость и степень одревеснения (лигнификации) клетчатки, оказывают значительное влияние на разнообразие и количество микроорганизмов, населяющих желудочно-кишечный тракт [19]. В практических условиях на результат влияют такие аспекты, как способ содержания (например, клеточное), особенности кормовой базы (вид зерна и др.), а также количество и структура клетчатки в рационе, а также форма корма (мешанка, гранулы или крошка), влияют на использование клетчатки в рационе птицы. Следовательно, в зависимости от этих факторов могут различаться потребление клетчатки, развитие желудочно-кишечного тракта, физиология кишечника и микробиота, темпы роста и иммунная система [20].

Роль пищевых волокон в развитии желудочно-кишечного тракта

Пищеварительная система птиц состоит из пищевода, зоба, железистого желудка, мышечного желудка, а также из двух отделов кишечника: тонкого и толстого. Желудок и кишечник играют роль в переваривании и всасывании пищи и, таким образом, больше всего подвержены влиянию изменений в рационе. В железистом желудке вырабатывается соляная кислота, но из-за его небольшого объёма большая часть механического переваривания происходит в мышечном желудке. Одна из важных функций желудка - регулировать размер частиц пищевого комка в желудочно-кишечном тракте и способность ощущать и модулировать прохождение корма из верхних отделов пищеварительного тракта в тонкий кишечник в зависимости от размера частиц. Такие факторы, как тип клетчатки и размер частиц, являются определяющими и стимулируют мышечную активность желудка, что приводит к увеличению его размера. Было

установлено, что в норме корм задерживается в желудке от получаса до часа, а при добавлении в рацион пищевых волокон – до двух часов. В исследовании Zhang C et al. [21], было выявлено, что включение в рацион 6 % древесной стружки увеличило размер железистого желудка и зоба, уменьшило относительную массу тонкого кишечника и повысило эффективность использования корма на 4,7 %. Аналогичным образом, исследования с использованием овсяной и соевой шелухи в количестве 3 % в рационе показали, что это приводит к увеличению размера желудка и зоба, а также к улучшению конверсии корма [22].

Увеличение размера частиц и содержания клетчатки в рационе повышает мышечную активность зоба в связи с необходимостью уменьшения размера частиц, что приводит к увеличению массы тела, как отмечают разные исследователи у разных видов домашней птицы. Увеличение размера желудка и зоба является логичным результатом увеличения их объёма из-за более медленного прохождения почти целых частиц корма, что может быть обеспечено только за счёт мышечного перетирания в зобе. А снижение pH содержимого зоба при включении в рацион клетчатки, вероятно, связано с повышенной секрецией соляной кислоты в железистом желудке из-за более длительного пребывания химуса в зобе [23].

Установлено, что пищевые волокна положительно влияют на развитие мышечного желудка [24]. Хорошо развитый мышечный желудок коррелирует с развитием слизистой оболочки пищеварительных органов в желудочно-кишечном тракте [25], что приводит к повышению усвояемости и абсорбции питательных веществ. Так, применение тонко измельченной овсяной шелухи или древесной стружки в рационе, в сравнении с цельной пшеницей при эквивалентных нормах ввода, демонстрирует тенденцию к увеличению объема желудка и оптимизации усвоения питательных веществ. На это влияет тип некрахмалистых полисахаридов, присутствующих в рационе, а не общий размер частиц. Хотя такое улучшение наблюдается при использовании рационов, содержащих структурные компоненты, такие как клетчатка, эффективность зависит от типа источников клетчатки.

Различные источники пищевых волокон влияют на морфо-функциональное состояние желудочно-кишечного

Таблица. Оценка эффективности различных источников клетчатки для кормления сельскохозяйственной птицы
Table. Evaluation of the effectiveness of various sources of fiber for poultry feeding

Источник клетчатки	Влияние на цыплят-бройлеров	Влияние на кур-несушек	Авторы исследований / Источники
Пшеничные отруби Состав: сырая клетчатка – 9-11 % (89,7 % нерастворимых волокон)	Улучшает развитие органов; повышает активность ферментов; оптимально 5-30 % в составе корма в сочетании с ферментным препаратом; стимулирует пищеварительную систему; увеличивает размер желудка	Положительно влияет на яйценоскость; улучшает качество яиц; ускоряет метаболизм; улучшает показатели конверсии корма;	М. Питч и И. Коренник (2021) [17]; Холодилина Т. Н. и др. (2024) [82]
Ржаные отруби Состав: 8-10 % (высокое содержание нерастворимых волокон)	Содержат высокий уровень клетчатки; требуют баланса с другими компонентами; может быть использовано в комбикормах при правильном балансировании по питательности	Благоприятно влияют на пищеварение; содержат витамины группы В; способствуют нормализации ЖКТ; улучшают минеральный обмен	Кононенко С.И. и др. (2013) [83]; В.А. Реймер и З.Н. Алексеева (2012) [85]
Овсяные отруби Состав: 8-9 % (57,5 % нерастворимых волокон, 42,5 % растворимых)	Выше содержание растворимых волокон может ухудшать переваримость жиров, белков и крахмала; рекомендуется осторожное использование; растворимые волокна снижают скорость транзита содержимого кишечника	Высокое содержание растворимых волокон может снижать продуктивность; нерастворимые волокна улучшают пищеварение; более эффективны нерастворимые источники; содержат фитиновую кислоту (ингибитор фосфора)	И. Коренник и М. Питч (2021) [17]; В.А. Овсепьян и Н.А. Юрина (2017) [84]
Кукурузные отруби Состав: 7-9 % клетчатки (слабо лигнифицированная)	Эффективная добавка; кукурузные отруби повышают живую массу; обогащают вкусовые качества мяса; при 12-15% в стартовых и ростовых рационах улучшает товарный вид тушек; улучшает цвет мяса	Повышает яйценоскость на 5-11%; улучшает товарные качества яиц; стабилизирует массу яйца; естественное окрашивание желтка за счет каротиноидов; 15-20% от массы корма для племенных кур; способствует оплодотворяемости и выводимости яиц	S.S. Afolabi et al (2021) [86];
Шелуха подсолнечника (лузга) Состав: 50-60% органических волокон	Может быть использована как добавка; богата органическими элементами и минералами; содержит калий; улучшает структуру рациона; используется в минимальных количествах как подкормка		B. Sun et al (2022) [10]
Рисовая шелуха (лузга) Состав: 8-10% сырой клетчатки	Применяется для кормления птицы; богата минеральными веществами, а также витаминным составов; диоксид кремния препятствует быстрому разложению; хороший источник микроэлементов		С.В. Ефремова и др. (2017) [87]
Гороховые отруби Состав: 5,8% клетчатки	Эффективное включение 2-4 % горохового концентрата; способствует улучшению живой массы, конверсии корма; может быть использовано вместо части соевого шрота	Включение 5-10 % гороха повышает интенсивность яйценоскости; снижение неоплодотворенных яиц; улучшение выводимости цыплят на 5-11 %	Jha R and Mishra P (2021) [18]; E. Jiménez-Moreno et al (2011) [88]

тракта [26]. Так, например, рацион с повышенным содержанием гороховых волокон снижал содержание сухого вещества в помёте и увеличивал количество экскрементов по отношению к потреблению сухого вещества. Увеличение содержания клетчатки в рационе негативно сказывалось на усвоении питательных веществ. В ответ на повышенное потребление пищевых волокон, желудочно-кишечный тракт увеличивался в размерах. Среди различных видов клетчатки, гороховые волокна продемонстрировали более значительное влияние на эту адаптацию по сравнению с пшеничными или овсяными отрубями. Эти изменения влияют на энергетический обмен, поскольку внутренние органы потребляют много энергии по сравнению со своим размером. Проведенные исследования [27], показали, отсутствие снижения продуктивности, если в рацион несушек в умеренных количествах добавлять нерастворимую клетчатку, несмотря на снижение концентрации питательных веществ в рационе. Современные высокопродуктивные породы птиц демонстрируют способность компенсировать снижение концентрации питательных веществ из-за нерастворимой клетчатки за счёт увеличения потребления корма. Увеличение объёма потребляемой пищи из-за нерастворимой клетчатки, по-видимому, компенсируется большей вместимостью пищеварительной системы и более быстрым прохождением пищи по желудочно-кишечному тракту [28].

Нерастворимые волокна составляют значительную часть клеточных стенок запасающей ткани растений, которые физически ограничивают доступ пищеварительных ферментов к питательным веществам внутри клетки. В отличие от них, растворимые волокна обладают свойством гидратации, что приводит к формированию вязкой консистенции содержимого желудочно-кишечного тракта. Данный эффект может оказывать ингибирующее воздействие на процессы пищеварения и абсорбции нутриентов. После выхода из тонкого кишечника как растворимые, так и нерастворимые пищевые волокна ферментируются микрофлорой в толстом кишечнике, что сопровождается увеличением содержания короткоцепочечных жирных кислот и снижением pH кишечника [29]. Учитывая пребиотический эффект пищевых волокон, стимуляция роста полезных бактерий, таких как лактобактерии, может улучшить здоровье желудочно-кишечного тракта, поскольку прикрепление лактобактерий к слизистой оболочке кишечника может предотвратить рост патогенов в дистальной части желудочно-кишечного тракта и защитить животных от инфекций желудочно-кишечного тракта [30].

Пищевые волокна могут влиять на морфологию эпителиальной ткани кишечника, которая зависит от характеристик клетчатки, уровня их содержания в рационе, возраста птицы и места в желудочно-кишечном тракте. Избыток пищевых волокон в рационе увеличивал трение слизистой оболочки тонкого кишечника, укорачивал ворсинки и повышал выработку слизи [31]. Это приводило к уменьшению всасывающей поверхности ворсинок и ухудшало усвоение питательных веществ. Более того, при включении в рацион 2,5 % шелухи гороха наблюдалось самое высокое соотношение высоты ворсинок к глубине крипт. Соотношение высоты ворсинок к глубине крипт является индикатором зрелости и функциональности слизистой оболочки кишечника, причем более высокое значение свидетельствует о лучшем состоянии. [32]. Таким образом, важно определить оптимальную концентрацию и источник клетчатки для поддержания лучшего развития ЖКТ.

Влияние клетчатки на усвоение питательных веществ

Усвоение питательных веществ может зависеть от компонентов клетчатки, содержащихся в корме, а также от функций кишечника. Например, клетчатка, содержащаяся в пшенице, кукурузе и ржи, богата арабиноксиланом, в то время как овёс и ячмень содержат гораздо больше хорошо растворимого β-глюкана, а в мякоти сахарной свеклы относительно высокое содержание β-маннана [33].

Состав не крахмалистой части корма определяет усвояемость. Растворимость клетчатки и ее способность удерживать воду определяют ее вязкость, а способность к ферментации влияет на усвоение питательных веществ в кишечнике и его здоровье. Высокая вязкость снижает скорость диффузии эндогенных ферментов в химус, что ухудшает переваривание питательных веществ. Кроме того, вязкий химус меньше взаимодействует с ферментами щеточной каймы, что также ухудшает переваривание и усвоение питательных веществ [34]. Мякоть сахарной свеклы содержит умеренно высокое количество β-маннана/β-галактоманнана по сравнению с общим содержанием некрахмалистых полисахаридов в корме. Однокамерные животные не могут расщеплять β-1,4-связи, присутствующие в данном виде клетчатки, что приводит к снижению усвояемости питательных веществ. В неочищенной сахарной свекле содержится больше β-маннана, так как он находится в кожуре [35]. Многочисленные исследования показали, что добавление ферментов β-маннаназы компенсирует известное вредное воздействие β-маннана на набор веса, конверсию корма и общую продуктивность животных [36, 37]. Исследования [37] установили, что использование нерастворимых пищевых волокон в рационах с низким и высоким содержанием клетчатки, а также в рационах с добавлением протеазы, амилазы, ксилазы и трех штаммов Bacillus в качестве пробиотиков повышают усвоение питательных веществ независимо от уровня клетчатки. Другие исследователи, показали, что при недостаточном потреблении клетчатки птицами приводит к ухудшению усвоения энергии и сырого протеина. Это происходит из-за того, что клетчатка необходима для поддержания разнообразия и оптимального состава микробиоты кишечника, которая играет важную роль в переваривании и усвоении питательных веществ [38].

Нерастворимые волокна оказывают более значительное влияние на работу желудка по сравнению с растворимыми волокнами [39] и сопровождается стимулированием работы желудка и выработкой соляной кислоты в преджелудке с помощью механорецепторов [40]. Это приводит к снижению pH в верхней части желудочно-кишечного тракта и способствует активности пепсина и облегчит растворимость и усвоение минеральных солей [41]. Таким образом, включение нерастворимых волокон может повысить усвояемость питательных веществ у сельскохозяйственной птицы [42]. Похожие результаты были получены ранее в исследованиях [43, 44], когда в рацион добавляли кукурузу и рис с овсяными и соевыми отрубями с термической обработкой или без неё. Термическая обработка изменяет текстуру и состав крахмала и повышает его усвояемость [45]. Кормление рисом улучшает усвоение питательных веществ и конверсию корма у птиц на начальном этапе.

Клетчатка используется в качестве источника пребиотических волокон. В исследовании [46] обнаружена стимулирующая способность пребиотических экстрактов из зёрен пшеницы на формирование микробиома на фоне повышения усвоения железа за счет увеличения количества бифидобактерий и лактобактерий. Таким образом, пребиотики пролангирующим действием для усвоения микроэлементов.

Кроме того, известно, что маннанолигосахариды, извлечённые из внешней клеточной стенки Saccharomyces spp. дрожжей, поддерживают здоровье кишечника и увеличивают длину ворсинок [47]. Результаты показали увеличение однородности и целостности ворсинок, что способствует лучшему усвоению питательных веществ. Сообщалось о многих положительных эффектах использования пребио-

тических волокон на слизистую оболочку кишечника, в том числе о значительном увеличении высоты ворсинок в трёх сегментах тонкого кишечника птиц [48].

Помимо двух типов волокон (растворимых и нерастворимых), было проведено исследование [49] различных уровней содержания волокон в сочетании с ферментами (ксиланазой, амилазой и протеазой) и пробиотиками и обнаружили, что добавление вспомогательных веществ способствует повышению усвояемости питательных веществ даже при высоком содержании волокон в рационе.

Влияние пищевых волокон на микробиоту кишечника

Микробиота кишечника усваивает около 20 % потребляемой с пищей энергии и в основном состоит из бактерий, грибков, простейших и вирусов. Появляется все больше доказательств того, что в ЖКТ домашней птицы колонизируется около 700 видов микробиоты, включая полезные бактерии: лактобациллы, бифидобактерии, энтерококки и вредные бактерии виды Clostridium [50], а их численность и разнообразие различаются в зависимости от отдела ЖКТ. Кишечная микробиота способствует секреции ферментов, способствует процессу переваривания и всасывания. Он также регулирует энергетический обмен, предотвращает инфекции слизистой оболочки и модулирует иммунную систему [51], поддерживает гомеостаз организма и способствует выработке короткоцепочечных жирных кислот [52]. Более того, некоторые побочные продукты метаболизма микробиоты могут стимулировать нейроэндокринные клетки, которые играют важную роль в развитии домашней птицы [53].

Многие растворимые волокна в кормах действуют как пребиотики, напрямую способствуя росту полезных кишечных бактерий и выработке короткоцепочечных жирных кислот [54]. Аналогичным образом нерастворимые волокна действуют как разбавитель питательных веществ, потенциально влияя на колонизацию полезных кишечных микроорганизмов [55]. У птицы, которых кормили рационом с высоким содержанием клетчатки, в слепой кишке было значительно больше пептострептококков и факультативных микроорганизмов, в то время как количество кишечной палочки было значительно выше у несушек, которых кормили рационом с низким содержанием клетчатки. Аналогичным образом, исследователи установили увеличение бифидобактерий, лактобактерий при значительном снижении кишечной палочки при использовании в рационе фруктоолигосахарида [56] на фоне стимуляции активности амилазы и протеазы в тонком кишечнике [57]. Лигноцеллюлоза, получаемая из рисовой шелухи, служит питательной средой для полезных бактерий Lactobacillus, способствуя их росту и одновременно ограничивая развитие некоторых патогенных микроорганизмов. Кроме того, маннан-олигосахариды и β-глюканы, присутствующие в цельных дрожжах, действуют синергетически, увеличивая численность лактобактерий в кишечнике [58].

Микробное расщепление пищевых волокон напрямую влияет на образование водорода и короткоцепочечных жирных кислот (таких как молочная и уксусная). А увеличение количества некрахмальных полисахаридов стимулирует микробную ферментацию, в то время как нерастворимые волокна подвергаются ей в незначительной степени. Эти наблюдения указывают на слабую зависимость состава и численности кишечной микробиоты от уровня нерастворимой клетчатки. Волокна клетчатки служат ключевым субстратом для бактериальной ферментации, тем самым определяя характер взаимодействия между кишечной микробиотой и слизистой оболочкой кишечника. Последняя представляет собой многокомпонентную систему, состоящую из слизистого слоя, пищеварительного эпителия и ассоциированных с кишечником лимфоидных структур. Как уже упоминалось, физические свойства пищевых волокон оказывают влияние на морфологию и физиологию кишечника, что, в свою очередь, может приводить к изменениям в составе кишечной микробиоты [59].

Анализ микробиома кишечника с помощью кладограмм, полученных в результате полногеномного секвенирования, показал, что в образцах кишечника кур-несушек, которых кормили рационом с высоким содержанием клетчатки, относительное количество представителей отрядов Selenomonadales, Enterobacteriales и Campylobacterales было выше, чем в образцах кишечника, которых кормили рационом с низким содержанием клетчатки. Увеличение количества короткоцепочечных жирных кислот снизило количество представителей рода Faecalibacterium. Исследования также показали, что это может стимулировать размножение микроорганизмов, способных вызывать заболевания, таких как Escherichia coli и Clostridium perfringens. Кроме того, продолжительное воздействие растворимой клетчатки на слизистую оболочку кишечника может приводить к ее истончению и атрофии ворсинок [60].

Одним из основных компонентов, влияющих на наличие микробиоты кишечника, является химический состав самой пищеварительной системы. Полезные микробы предпочитают среду с низким уровнем pH, а колебания или недостаток питательных веществ могут привести к заселению патогенами. Лактобактерии особенно полезны для поддержания уровня pH в пищеварительном тракте, поскольку они вырабатывают молочную и уксусную кислоты, которые помогают снизить общий уровень pH [61, 62]. Было доказано, что небольшое или умеренное количество резистентных крахмалов положительно влияет на выработку соляной кислоты, желчных кислот и различных ферментов в пищеварительном тракте, что способствует росту и поддержанию микробиоты кишечника [63]. Уксусная кислота, в частности, является распространённым и полезным короткоцепочечным жирным спиртом, который вырабатывается видами Lactobacillus, обитающими в различных частях пищеварительного тракта. Она эффективно снижает численность представителей рода Campylobacter, которые провоцируют гастроэнтерит, приводящий к диарее и обезвоживанию [64]. Как и в случае со многими ранее описанными преимуществами клетчатки в рационе домашней птицы, неконтролируемое содержание в кормах может привести к потенциально вредным последствиям. В частности низкий уровень клетчатки способствует росту бактерий, эффективно расщепляющих полисахариды до короткоцепочечных жирных кислот, а превышение сопровождается ростом кишечной палочки и кампилобактерий, которые могут вызывать воспаление кишечника и ухудшать общее состояние здоровья хозяина [65].

Влияние пищевых волокон на иммунную систему

У домашней птицы есть как врождённая, так и приобретённая иммунная система, и обе они очень эффективны в защите от болезней [66]. В течение первой недели жизни у молодняка домашней птицы наблюдается временная восприимчивость к инфекционным заболеваниям, что предусматривает проведения целевых исследований для разработки альтернативной и подходящей программы питания, учитывающей взаимодействие между биоактивными компонентами пищи и иммунным ответом для снижения восприимчивости к инфекционным заболеваниям [67, 68].

Клетчатка может использоваться в качестве экономичного питательного вещества для модуляции иммунной системы птицы. Было показано, что благодаря высокому содержанию клетчатки люцерна очень долго проникает в желудочно-кишечный тракт птицы и способствует бактери-

альной деградации пищевых волокон в ферментируемые субстраты, такие как фруктоолигосахариды, которые впоследствии могут быть использованы микробами для производства короткоцепочечных жирных кислот.

Увеличение содержания клетчатки в рационе приносит пользу пищеварительной системе, нормализуя функцию толстой кишки и увеличивая объем каловых масс и частоту опорожнения. Эти действия помогают поддерживать функции тонкого и толстого кишечника за счет улучшения структуры и функции слизистой оболочки и увеличения популяции симбиотических бактерий в ЖКТ [69]. Железистые клетки в желудочно-кишечном тракте вырабатывают муцин, который может помочь улучшить барьерную функцию кишечника, поскольку патогенные микробы не могут проникнуть через плотный слизистый слой. Было обнаружено, что арабиноксилан из пшеничных отрубей увеличивает количество бокаловидных клеток, которые выделяют не только муцин, но и белковые барьерные факторы, тем самым защищая клетки кишечного эпителия. Аналогичным образом, добавление полисахаридов, полученных из водорослей, повысило антиоксидантную способность и барьерные функции кишечника. Пектин может снижать способность патогенов колонизировать желудочно-кишечный тракт за счёт физического барьера, который повышает вязкость химуса и защищает слизистую оболочку кишечника от паразитарной инфекции.

При ферментации кишечной микрофлорой некоторые растворимые пищевые волокна превращаются в короткоцепочечные жирные кислоты, такие как ацетат, пропионат и бутират; бутират оказывает иммуномодулирующее действие на организм домашней птицы [70].

Масляная кислота вырабатывается в желудочно-кишечном тракте в результате анаэробного бактериального брожения, что положительно сказывается на здоровье домашней птицы [71]. Данная кислота подавляет выработку оксида азота и снижает экспрессию цитокинов, таких как IL-6, IL-10, в клетках, стимулированных липополисахаридами, а также улучшает барьерную функцию эпителиальных клеток кишечника, которая является первой линией защиты от патогенов [72], и помогает поддерживать физический барьер, стимулируя дифференцировку бокаловидных клеток и выработку слизи. Они помогают поддерживать здоровье кишечника, стимулируя функцию регуляторных Т-клеток толстой кишки и подавляя эффекторные Т-клетки [73]. Это действие способствует предотвращению чрезмерного воспаления и, таким образом, демонстрирует иммуномодулирующие свойства в присутствии веществ, которые стимулируют клетки; следовательно, оно может контролировать воспаление и восстанавливать иммунный гомеостаз.

Арабиноксилан, водорастворимый некрахмальный полисахарид, содержащийся в больших количествах в пшенице, оказывает антипитательное действие, например, является провоспалительным агентом и повышает вязкость химуса. [74, 75]. При добавлении в рацион арабиноксилана повышается выработка короткоцепочечных жирных кислот в толстой кишке, увеличивается содержание бутирата, который обладает противовоспалительным действием и подавляет колонизацию кишечника патогенными бактериями. Аналогичным образом арабиноксилоолигосахариды способствуют росту бифидобактерий в толстой кишке кур и помогают поддерживать здоровье кишечника [76], что полезно при заражении Salmonella Enteritidis.

Полисахариды астрагала считаются модификаторами биологической реакции. Этот полисахарид может инициировать секрецию цитокинов, активировать Т- и В-лимфоциты и компоненты комплемента [77]. Они оказывают иммуностимулирующее действие за счет увеличения пролиферации лимфоцитов, процентного содержания Т-лимфоцитов, титр антител, относительную массу, гистологию иммунных органов, концентрацию цитокинов и кишечную микробиоту [78]. Кормление полисахаридами трёх типов, Lentinus edodes и Tremella fuciformis (полисахаридные экстракты из грибов) и Astraglaus membranaceus улучшает общее среднее значение количества клеток, образующих розетки из эритроцитов, и клеток, связывающих эритроциты и антитела, а также способствуют развитию иммунных органов, увеличению количества лейкоцитов и доли лимфоцитов, а также повышению титров антител против вируса Ньюкасла [79].

Положительный эффект достигнут при добавлении в рацион 0,5%-ный очищенный лигнин, который сопровождается увеличением популяции лимфоцитов крови, размеров тимуса и фабрициевой сумки. Проявляется более высокая активность гетерофильного фагоцитоза, что указывает на усиление врождённых иммунных функций. Фенольные соединения очищенного лигнина обладают противомикробным действием, а лигнин улучшает продуктивность и здоровье птицы. Лигнин также повышает уровень $CD4^+$ и $CD8^+$ (клетки-индукторы) лимфоцитов в двенадцатиперстной кишке [80].

Фруктаны связаны с иммунными реакциями ассоциированной с кишечником лимфоидной ткани и системной иммунной системой. Фруктаны действуют как иммуномодулятор тремя различными способами. Во-первых, увеличивая относительное количество бифидобактерий, фруктаны стимулируют секрецию цитокинов или антител. Во-вторых, короткоцепочечные жирные кислоты, образующиеся из фруктанов, могут активировать лейкоциты. В-третьих, рецепторы углеводов на поверхности иммунных клеток могут распознавать фруктаны [81]. Таким образом, включение пищевых волокон в рацион является важным фактором поддержания здоровья, это проявляется в улучшении пищеварения, поддержании обмена веществ, повышением иммунитета и проявлением антиоксидантных свойств.

Заключение

Включение в рацион домашней птицы достаточного количества клетчатки способствует развитию желудочно-кишечного тракта и улучшает усвоение питательных веществ, показатели роста и здоровья кишечника, в том числе полезной микробиоты, иммунной системы, а также позволяет избежать чрезмерного потребления без ущерба для роста домашней птицы. Однако необходимо определить тип, форму и уровень включения клетчатки в рацион птицы для достижения оптимальной продуктивности и экономических выгод в коммерческих условиях. Кроме того, было бы желательно разработать рационы с таким количеством клетчатки, чтобы удовлетворить потребности птицы на различных стадиях роста и производства.

Научные исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда № 25-16-00259.

Литература

1. Tejeda O. J. Role of Dietary Fiber in Poultry Nutrition. / O.J. Tejeda, W. K. Kim // Animals (Basel). - 2021. - № 11(2). - P. 461. doi: 10.3390/ani11020461.
2. Rohe I. Lignocellulose as an insoluble fiber source in poultry nutrition: a review / I. Rohe, J. Zentek // J Anim Sci Biotechnol. - 2021. - № 12(1). - P. 82. doi: 10.1186/s40104-021-00594-y.
3. Cui X. Dietary fiber modulates abdominal fat deposition associated with cecal microbiota and metabolites in yellow chickens. / X. Cui, Z. Gou, Z. Jiang et al. // Poult Sci. - 2022. - № 101(4). - P. 101721. doi: 10.1016/j.psj.2022.101721.
4. Bedford M.R. Dietary fibre effects and the interplay with exogenous carbohydrases in poultry nutrition. / M.R. Bedford, B. Svihus, A.J. Cowieson // Anim Nutr. - 2023. - № 16. - P. 231-240. doi: 10.1016/j. aninu.2023.09.007.
5. Erinle T.J. Fruit pomaces-their nutrient and bioactive components, effects on growth and health of poultry species, and possible optimization techniques. / T.J. Erinle, D.I. Adewole // Anim Nutr. - 2022. - № 9. - P. 357-377. doi: 10.1016.
6. Ward NE. Debranching enzymes in corn/soybean meal-based poultry feeds: a review/ Ward NE // Poult Sci. - 2021. - № 100(2). - P. 765-775. doi: 10. 1016.
7. Hipsley E.H. Dietary "fibre" and pregnancy toxaemia. / E.H. Hipsley // Br

Med J. - 1953. - № 2(4833). - P. 420-422. doi: 10.1136/bmj.2.4833.420.
8. Morgan NK. Impact of fermentable fiber, xylo-oligosaccharides and xylanase on laying hen productive performance and nutrient utilization. / N.K. Morgan, A. Wallace, M.R. Bedford, G. Gonz?lez-Ortiz // Poult Sci. - 2022. - № 101(12). - P. 102210. doi: 10.1016.
9. Habibi M.F. Gastrointestinal tract morphology, nutrient digestibility, and digesta mean retention time in laying hens of two different breeds fed with fine or coarse oat hulls. / M.F. Habibi, R.P. Kwakkel, S. de Vries // Poult Sci. - 2024. - № 103(12). - P. 104333. doi: 10.1016/j.psj.2024.104333.
10. Sun B. Effects of adding eubiotic lignocellulose on the performance, the gut microbiota, and short-chain fatty acids of layer chickens. / B. Sun, L. Hou, Y. Yang // Braz J Microbiol. - 2022. - № 53(4). - P. 2205-2213. doi: 10.1007/s42770-022-00796-0.
11. Wanzenb?ck E. A diet containing native or fermented wheat bran does not interfere with natural microbiota of laying hens. / E. Wanzenb?ck, U. Zitz, C. Steinbauer et al. // Animal. - 2020. - № 14(6). - P. 1147-1155. doi: 10.1017/S1751731119003343.
12. Shuaib M. The Chemical Composition of Soyhulls and Their Effect on Amino Acid and Nutrient Digestibility in Laying Hens during the Peak of Production. / M. Shuaib, D. Paneru, A. Hafeez et al. // Animals (Basel). - 2023. - № 13(17). - P. 2808. doi: 10.3390/ani13172808.
13. Abdollahi A. The effects of the fiber source and xylanase supplementation on production, egg quality, digestibility, and intestinal morphology in the aged laying hen. / A. Abdollahi, A. Karimi, A.A. Sadeghi et al. // Poult Sci. - 2021. - № 100(3). - P. 100936. doi: 10.1016/j.psj.2020.12.033.
14. Wang X. Effect of Ramie on the Production Performance of Laying Hens, and the Quality, Nutrient Composition, Antioxidation of the Eggs. / X. Wang, S.M. Peng, Y. Liu et al. // Front Physiol. - 2022. - № 13. - P. 854760. doi: 10.3389/fphys.2022.854760.
15. Ko?er B. Effects of sunflower meal supplementation in the diet on productive performance, egg quality and gastrointestinal tract traits of laying hens. / B. Ko?er, M Bozkurt, G. Ege, A.E. T?z?n // Br Poult Sci. - 2021. - № 62(1). - P. 101-109. doi: 10.1080/00071668.2020. 1814202.
16. Patt A. Influence of different dietary fibre contents in the diet on feather pecking, locomotor activity and performance of laying hens. / A. Patt, I. Halle, A. Dudde et al. // Br Poult Sci. - 2022. - № 63(5). - P. 571-580. doi: 10.1080/00071668.2022.2076212.
17. Питч М. Клетчатка в кормлении кур-несушек: важен правильный выбор. / М. Питч. И. Коренник // Животноводство России. - 2021. - № 4. - С. 32-33. - EDN TWULDD.
18. Jha R. Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. / R. Jha, P. Mishra // J Anim Sci Biotechnol. - 2021. - № 12(1). - P. 51. doi: 10.1186/s40104-021-00576-0.
19. Ngalavu A. Effect of Dietary Fiber Sources on In-Vitro Fermentation and Microbiota in Monogastrics. / A. Ngalavu, H. Jiang, S. El-Ashram et al. // Animals (Basel). - 2020. - № 10(4). - P. 674. doi: 10.3390/ani10040674.
20. Bautil A. Arabinoxylan-oligosaccharides kick-start arabinoxylan digestion in the aging broiler. / A. Bautil, J. Verspreet, J. Buyse et al. // Poult Sci. - 2020. - № 99(5). - P. 2555-2565. doi: 10.1016/ j.psj.2019.12.041.
21. Zhang C. Dietary Fiber Level Improve Growth Performance, Nutrient Digestibility, Immune and Intestinal Morphology of Broilers from Day 22 to 42. / C. Zhang, E. Hao, X. Chen et al. // Animals (Basel). - 2023. - № 13(7). - P. 1227. doi: 10.3390/ ani13071227.
22. Dixon L.M. Dilution of broiler breeder diets with oat hulls prolongs feeding but does not affect central control of appetite. / L.M. Dixon, S. Brocklehurst, J. Hills et al. // Poult Sci. - 2024. - № 103(12). - P. 104262. doi: 10.1016/j.psj.2024.104262.
23. Da Silva B.P. Plant origin prebiotics affect duodenal brush border membrane functionality and morphology, in vivo (Gallus Gallus). / B.P. da Silva, H.S.D. Martino, E. Tako // Food Funct. - 2021. - № 12(14). - P. 6157-6166. doi: 10.1039/ d1fo01159f.
24. Aftab U. The use of NSP enzymes in poultry nutrition: Myths and realities. / U. Aftab, M.R. Bedford // Worlds Poult. Sci. J. - 2018. - № 74. - P. 277-286. doi: 10.1017/S0043933918000272.
25. Kheravii S.K. Coarse particle inclusion and lignocellulose-rich fiber addition in feed benefit performance and health of broiler chickens. / S.K. Kheravii, R.A. Swick, M Choct., S.-B. Wu // Poult. Sci. - 2017. - № 96. - P. 3272-3281. doi: 10.3382/ps/pex123.
26. Rybicka A. Effect of dietary supplementation of two fiber sources differing on fermentability and hydration capacity on performance, nutrient digestibility and cecal fermentation in broilers from 1 to 42 d of age. / A. Rybicka, P. Medel, M.D. Carro, J. Garc?a // Poult Sci. - 2024. - № 103(9). - P. 103957. doi: 10.1016/j.psj.2024.103957.
27. Attia A.I. Date (Phoenix dactylifera L.) by-Products: Chemical Composition, Nutritive Value and Applications in Poultry Nutrition, an Updating Review. / A.I. Attia, F.M. Reda, A.K. Patra et al. // Animals (Basel). - 2021. - № 11(4). - P. 1133. doi: 10.3390/ani11041133.
28. Tejeda OJ. The effects of cellulose and soybean hulls as sources of dietary fiber on the growth performance, organ growth, gut histomorphology, and nutrient digestibility of broiler chickens. / O.J. Tejeda, W.K. Kim // Poult Sci. - 2020. - № 99(12). - P. 6828-6836. doi: 10.1016/j.psj.2020.08.081.
29. Wei J. Longitudinal Study of the Effects of Flammulina velutipes Stipe Wastes on the Cecal Microbiota of Laying Hens. / J. Wei, H. Xiao, Y. Wei et al. // mSystems. - 2023. - № 8(1) - P. 0083522. doi: 10.1128/msystems.00835-22.
30. Yaqoob M.U. The potential mechanistic insights and future implications for the effect of prebiotics on poultry performance, gut microbiome, and intestinal morphology. / M.U. Yaqoob, M.E.A. El-Hack, F. Hassan et al. // Poult Sci. - 2021. - № 100(7). - P. 101143. doi: 10.1016 /j.psj.2021.101143.
31. Yang J. Microbiota-accessible fiber activates short-chain fatty acid and bile acid metabolism to improve intestinal mucus barrier in broiler chickens. / J. Yang, K. Qin, Y. Sun, X. Yang // Microbiol Spectr. - 2024. - № 12(1). - P. 0206523. doi: 10.1128/spectrum.02065-23.
32. Colombino E. Dried fruit pomace inclusion in poultry diet: growth performance, intestinal morphology and physiology. / E. Colombino, I. Ferrocino, I. Biasato et al. // J Anim Sci Biotechnol. - 2020. - № 11. - P. 63. doi: 10.1186/s40104-020-00464-z.
33. Teng P.-Y. Graded Eimeria challenge linearly regulated growth performance, dynamic change of gastrointestinal permeability, apparent ileal digestibility, intestinal morphology, and tight junctions of broiler chickens. / P.-Y. Teng, S. Yadav, F.L. de Souza Castro et al. // Poult. Sci. - 2020. - № 99. - P. 4203-4216. doi: 10.1016/j.psj.2020.04.031.
34. Slama J. Physicochemical properties to support fibre characterization in monogastric animal nutrition. / J. Slama, K. Schedle, G.K. Wurzer, M. Gierus // J Sci Food Agric. - 2019. - № 99(8). - P. 3895-3902. doi: 10.1002/jsfa.9612.
35. Hosseindoust A. A dose-response study to evaluate the effects of pH-stable ?-mannanase derived from Trichoderma citrinoviride on growth performance, nutrient retention, and intestine morphology in broiler chickens. / A. Hosseindoust, S. Lee, W. Gook Nho et al. // Ital J Anim Sci. - 2019. - № 18(1). - P. 147-154. doi: 10.1080/1828051X.2018.1500872.
36. Pedersen N.R. A multienzyme NSP product solubilises and degrades NSP structures in canola and mediates protein solubilisation and degradation in vitro. / N.R. Pedersen, J.L. Ravn, D. Pettersson // Anim Feed Sci Technol. - 2017. - № 234. - P. 244-252.
37. Singh A.K. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers. / A.K. Singh, U.P. Tiwari, J.D. Berrocoso et al. // Poult Sci. - 2019. - № 98(11). - P. 5571-5581. doi: 10.3382/ps/pez310.
38. Li Y. Effects of dietary fiber levels on cecal microbiota composition in geese. / Y. Li, H. Yang, L. Xu et al. // Asian-Australas J Anim Sci. - 2018. - № 31(8). - P. 1285-1290. doi: 10.5713/ajas.17.0915.
39. Kers J.G. Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. / J.G. Kers, F.C. Velkers, E.A.J. Fischer et al. // Front. Microbiol. - 2018. - № 9. - P. 235. doi: 10.3389/ fmicb.2018. 00235.
40. Capuano E. The behavior of dietary fiber in the gastrointestinal tract determines its physiological effect. / E. Capuano // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. - 2017. - № 57. - P. 3543-3564. doi: 10.1080/10408398.2016.1180501.
41. Walugembe M. Effects of dietary fiber on cecal short-chain fatty acid and cecal microbiota of broiler and laying-hen chicks. / M. Walugembe, J.C.F. Hsieh, N.J. Koszewski et al. // Poult. Sci. - 2015. - № 94. - P. 2351-2359. doi: 10.3382/ps/pev242.
42. Shang Y. The effect of dietary fructooligosaccharide supplementation on growth performance, intestinal morphology, and immune responses in broiler chickens challenged with Salmonella Enteritidis lipopolysaccharides. / Y. Shang, A. Regassa, J.H. Kim, W.K. Kim // Poult. Sci. - 2015. - № 94. - P. 2887-2897. doi: 10.3382/ps/pev275.
43. Sadeghi A. Effect of various fiber types and choice feeding of fiber on performance, gut development, humoral immunity, and fiber preference in broiler chicks. / A. Sadeghi, M. Toghyani, A. Gheisari // Poult. Sci. - 2015. - № 94. - P. 2734-2743. doi: 10.3382/ps/pev292.
44. Zhang L. Effects of xylanase supplementation on growth performance, nutrient digestibility and non-starch polysaccharide degradation in different sections of the gastrointestinal tract of broilers fed wheat-based diets. / L. Zhang, J. Xu, L. Lei et al. // Asian Austral. J. Anim. - 2014. - № 27. - P. 855. doi: 10.5713/ajas.2014.14006.
45. Ling J. Effects of dietary fiber and grit on performance, gastrointestinal tract development, lipometabolism, and grit retention of goslings. / J. Ling , Y.Y. Gao, Y. Hui et al. // J Integr Agric. - 2014. - № 13(12). - P. 2731-40.
46. Teng P.Y. Review: Roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. / P.Y. Teng, W.K. Kim // Front. Vet. Sci. - 2018. - № 5. - P. 245. doi: 10.3389/fvets.2018.00245.
47. Bederska-Lojewska D. Rye non-starch polysaccharides: Their impact on poultry intestinal physiology, nutrients digestibility and performance indices-A review. / D. Bederska-Lojewska, S. ?wi?tkiewicz, A. Arczewska-W?osek, T. Schwarz // Ann. Anim. Sci. - 2017. - № 17. - P. 351-369. doi: 10.1515/aoas-2016-0090.
48. Amerah A.M. Effect of different levels of rapeseed meal and sunflower meal and enzyme combination on the performance, digesta viscosity and carcass traits of broiler chickens fed wheat-based diets. / A.M. Amerah, K. Van de Belt, J.D. van Der Klis // Animal. - 2015. - № 9. - P. 1131-1137. doi: 10.1017/ S1751731115000142.
49. Singh A.K. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers. / A.K. Singh, U.P. Tiwari, J.D. Berrocoso et al. // Poult Sci. - 2019. - № 98(11). - P. 5571-5581. doi: 10.3382/ps/pez310.
50. Singh A.K. Effects of Dietary Fiber on Nutrients Utilization and Gut Health of Poultry: A Review of Challenges and Opportunities. / A.K. Singh, W.K. Kim // Animals (Basel). - 2021. - № 11(1). - P. 181. doi: 10.3390/ani11010181.
51. Han X. Regulation of dietary fiber on intestinal microorganisms and its effects on animal health. / X. Han, Y. Ma, S. Ding et al. // Anim Nutr. - 2023. - № 14. - P. 356-369. doi: 10.1016/j.aninu.2023.06.004.
52. Mahmood T. Dietary fiber and chicken microbiome interaction: Where will it lead to. / T. Mahmood, Y. Guo // Anim Nutr. - 2020. - № 6(1). - P. 1-8. doi: 10.1016/j.aninu.2019.11.004.
53. Liu L. Biological Function of Short-Chain Fatty Acids and Its Regulation on Intestinal Health of Poultry. / L. Liu, Q. Li, Y. Yang, A. Guo // Front Vet Sci. - 2021 - № 8. - P. 736739. doi: 10.3389.
54. Tiwari U.P. The role of oligosaccharides and polysaccharides of xylan and mannan in gut health of monogastric animals. / U.P. Tiwari, S.A. Fleming,

M.S. Abdul Rasheed et al. // J Nutr Sci. - 2020. - № 9. - P. 21. doi: 10.1017/ jns.2020.14.
55. Kouzounis D. The fate of insoluble arabinoxylan and lignin in broilers: Influence of cereal type and dietary enzymes. / D. Kouzounis, G. van Erven, N. Soares et al. // Int J Biol Macromol. - 2023. - № 225. - P. 1096-1106. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.11.171.
56. Biswas A. Effect of dietary mannan oligosaccharides and fructo-oligosaccharides on physico-chemical indices, antioxidant and oxidative stability of broiler chicken meat. / A. Biswas, N. Mohan, K. Dev et al. // Sci Rep. - 2021. - № 1(1). - P. 20567. doi: 10.1038/s41598-021-99620-2.
57. Ma F. Metabolite and transcriptome analyses revealed the modulation of fructo-oligosaccharide on ileum metabolism of Taiping chickens. / F. Ma, L. Luo, X. Gao // J Appl Microbiol. - 2022. - № 132(3). - P. 2249-2261. doi: 10.1111/ jam.15319.
58. Dijkslag M.A. Long-term effects of dietary calcium and phosphorus level, and feed form during rearing on egg production, eggshell quality, and bone traits in brown laying hens from 30 to 89 wk of age. / M.A. Dijkslag, R.P. Kwakkel, E. Martin-Chaves et al. // Poult Sci. - 2023. - № 102(5). - P. 102618. doi: 10.1016/j.psj.2023.102618.
59. Yang C. Galacto-oligosaccharides and xylo-oligosaccharides affect meat flavor by altering the cecal microbiome, metabolome, and transcriptome of chickens. / C. Yang, M. Qiu, Z. Zhang et al. // Poult Sci. - 2022. - № 101(11). - P. 102122. doi: 10.1016/j.psj.2022.102122.
60. Воробей А.И. Роль пищевых волокон в пищеварительной системе птицы. / А.И. Воробей, А.В. Новиков, Ю.А. Курская, З.Ф. Зайцева // Место и роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности страны: сборник материалов Международной научной конференции, Смоленск: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия. - 2022. - № 2. - С. 13-17.
61. Rybicka A. Effect of type of fiber and its physicochemical properties on performance, digestive transit time, and cecal fermentation in broilers from 1 to 23 d of age. / A. Rybicka, R. Del Pozo, D. Carro, J. Garc?a // Poult Sci. - 2024. - № 103(1). - P. 103192. doi: 10.1016/j.psj.2023.103192.
62. Elkomy H.S. Use of lactulose as a prebiotic in laying hens: its effect on growth, egg production, egg quality, blood biochemistry, digestive enzymes, gene expression and intestinal morphology. / H.S. Elkomy, I.I. Koshich, S.F. Mahmoud, M.I. Abo-Samaha // BMC Vet Res. - 2023. - №19(1). - P. 207. doi: 10.1186/ s12917-023-03741-x.
63. Moradi S. Interactive effect of corn particle size and insoluble fiber source on performance, nutrient utilization and intestine morphology in broilers fed pelleted diets. / S. Moradi, A. Moradi, V. Atabaigi Elmi, M. Reza Abdollahi // J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). - 2021. - № 105(6). - P. 1113-1126. doi: 10.1111/jpn.13532.
64. Johnson T.J. Current and potential treatments for reducing Campylobacter colonization in animal hosts and disease in humans. / T.J. Johnson, J.M. Shank, J.G. Johnson // Front Microbiol. - 2017. - № 8. - P. 487. doi: 10.3389/ fmicb.2017. 00487.
65. Gar?on C.JJ. A dynamic model to measure retention of solid and liquid digesta fractions in chickens fed diets with differing fibre sources. / C.J.J. Gar?on, J.L. Ellis, C.D. Powell et al. // Animal. - 2023. - № 17(7). - P. 100867. doi: 10.1016/j.animal.2023.100867.
66. Khan S. The Gut Microbiota of Laying Hens and Its Manipulation with Prebiotics and Probiotics to Enhance Gut Health and Food Safety. / S. Khan, R.J. Moore, D. Stanley, K.K. Chousalkar // Appl Environ Microbiol. - 2020. - № 86(13). - P. 00600-20. doi: 10.1128/AEM.00600-20.
67. ?vila G. Anti-inflammatory activity of citrus pectin on chicken monocytes' immune response. / G. ?vila, D. De Leonardis, G. Grilli et al. // Vet Immunol Immunopathol. - 2021. - № 237. - P. 110269. doi: 10.1016/ j.vetimm.2021.110269.
68. ?vila G. Citrus pectin modulates chicken peripheral blood mononuclear cell proteome in vitro. / G. ?vila, M. Bonnet, D. Viala eet al. // Poult Sci. - 2024. - № 103(12). - P. 104293. doi: 10.1016/ j.psj.2024.104293.
69. Alsherify S.M. Effects of adding different levels of fructooligosaccharide to diet on productive performance, egg quality traits, immune response and blood metabolites in commercial laying hens. / S.M. Alsherify, A. Hassanabadi // Vet Med Sci. - 2024. - № 10(5). - P. 1550. doi: 10.1002/vms3.1550.
70. Tufarelli V. The effects of peppermint (Mentha piperita L.) and chicory (Cichorium intybus L.) in comparison with a prebiotic on productive performance, blood constituents, immunity and intestinal microflora in broiler chickens. / V. Tufarelli, N. Ghavami, M. Nosrati et al. // Anim Biotechnol. - 2023. - № 34(7). - P. 3046-3052. doi: 10.1080/ 10495398. 2022.2130798.
71. Zheng L. Microbial-derived butyrate promotes epithelial barrier function through IL-10 receptor-dependent repression of claudin-2. / L. Zheng, C.J. Kelly, K.D. Battista et al. // J Immunol. - 2017. - № 199(8). - P. 2976-2984. doi: 10.4049/jimmunol.1700105.
72. Alizadeh M. Effect of yeast-derived products on systemic innate immune response of broiler chickens following a lipopolysaccharide challenge. / M. Alizadeh, J.C. Rodriguez-Lecompte, A. Yitbarek et al. // Poult Sci. - 2016. - № 95(10). - P. 2266-2273. doi: 10.3382/ps/pew154.
73. Ahiwe E.U. Dietary hydrolysed yeast cell wall extract is comparable to antibiotics in the control of subclinical necrotic enteritis in broiler chickens. / E.U. Ahiwe, E.P. Chang'a, M.E. Abdallh et al. // Br Poult Sci. - 2019. - № 60(6). - P. 757-765. doi: 10.1080/00071668.2019.1664727.
74. Tiwari UP. Fermentation characteristics of resistant starch, arabinoxylan, and ?-glucan and their effects on the gut microbial ecology of pigs: a review. / U.P. Tiwari, A.K. Singh, R. Jha // Anim Nutr. - 2019. - № 5(3) - P. 217-226. doi: 10.1016/ j.aninu. 2019.04.003.
75. Tiwari U.P. Supplemental effect of xylanase and mannanase on nutrient digestibility and gut health of nursery pigs studied using both in vivo and in vitro models. / U.P. Tiwari, H. Chen, S.W. Kim, R. Jha // Anim Feed Sci Technol. - 2018. - № 245. - P. 77-90. doi: 10.1016/ j.anifeedsci. 2018.07.002.
76. Richards P.J. Prebiotic galactooligosaccharide feed modifies the chicken gut microbiota to efficiently clear Salmonella. / P.J. Richards, A. Almutrafy, L. Liang et al. // mSystems. - 2024. - № 9(8) - P. 0075424. doi: 10.1128/ msystems.00754-24.
77. Shan C. Effect of the oral administration of Astragalus polysaccharides on jejunum mucosal immunity in chickens vaccinated against Newcastle disease. / C. Shan, B. Sun, R.A. Dalloul et al. // Microb Pathog. - 2019. - № 135. - P. 103621. doi: 10.1016/j.micpath.2019.103621.
78. Wang Q. The combined impact of xylo-oligosaccharides and gamma-irradiated astragalus polysaccharides on the immune response, antioxidant capacity, and intestinal microbiota composition of broilers. / Q. Wang, X.F. Wang, T. Xing et al. // Poult Sci. - 2022. - № 101(9). - P. 101996. doi: 10.1016/ j.psj.2022.101996. Epub 2022 Jun 10.
79. Wang Q. A polysaccharide found in Paulownia fortunei flowers can enhance cellular and humoral immunity in chickens. / Q. Wang, X. Meng, L. Zhu, Y. Xu et al. // Int J Biol Macromol. - 2019. - № 130. - P. 213-219. doi: 10.1016/ j.ijbiomac.2019.01.168.
80. Hussein S.M. Effect of varying proportions of lignin and cellulose supplements on immune function and lymphoid organs of layer poultry (Gallus gallus). / S.M. Hussein, T.L. Frankel // J Poult Sci. - 2019. - № 56(1). - P. 71-77. doi: 10.2141/jpsa.0180032.
81. Shang Y. The effect of dietary fructooligosaccharide supplementation on growth performance, intestinal morphology, and immune responses in broiler chickens challenged with Salmonella Enteritidis lipopolysaccharides. / Y. Shang, A. Regassa, J.H. Kim, W.K .Kim // Poult Sci. - 2015. - № 94(12). - P. 2887-2897. doi: 10.3382/ps/pev275.
82. Холодилина Т.Н. Продуктивные качества, переваримость кормов и кишечный микробиом у цыплят-бройлеров (Gallus gallus L.) при добавлении в рацион нативных и экструдированных углеводных компонентов. / Т.Н. Холодилина и др. // Сельскохозяйственная биология. - 2024. - Т. 59. - №. 2. - С. 274-288.
83. Кононенко С.И. Резервы повышения эффективности использования кормов. / С.И. Кононенко, В.В. Семенов, В.И. Лозовой // Сельскохозяйственный журнал. - 2013. - Т. 2. - №. 6 (1). - С. 132-139.
84. Овсепьян В.А. Продукт для полноценного кормления птиц / В.А. Овсепьян, Н.А. Юрина // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности: Сборник научных статей по материалам 82-й Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 26 апреля 2017 года. Том 1. - Ставрополь: Издательство "Агрус", 2017. - С. 130-133.
85. Реймер В.А. Использование активированных кормов из отрубей и зерноотходов в птицеводстве. / В.А. Реймер, З.Н. Алексеева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2012. - № 4. - С. 44-52.
86. Afolabi S.S. Proximate Analysis of Poultry-Mix Formed Feed Using Maize Bran as a Base. / S.S. Afolabi, J.O. Oyeyode, W. Shafik et al. // Int J Anal Chem. - 2021. - № 1. - P. 8894567. doi: 10.1155/2021/8894567.
87. Ефремова С.В. Углерод-минеральная кормовая добавка из рисовой шелухи. / С.В. Ефремова // Новости науки Казахстана. - 2017. - №. 4. - С. 132-142.
88. Jim?nez-Moreno E. Effects of increasing levels of pea hulls in the diet on productive performance, development of the gastrointestinal tract, and nutrient retention of broilers from one to eighteen days of age. / E. Jim?nez-Moreno, S. Chamorro, M. Frikha, et al. // Animal Feed Science and Technology. - 2011. - № 1-2. - P. 100-112. doi.org/10.1016/ j.anifeedsci.2011.03.013.

References

17. Pitch M. Kletchatka v kormlenii kur-nesushek: vazhen pravil`ny`j vy`bor. / M. Pitch. I. Korennik // Zhivotnovodstvo Rossii. - 2021. - № 4. - S. 32-33. - EDN TWULDD.
60. Vorobej A.I. Rol` pishhevy`x volokon v pishhevaritel`noj sisteme pticy. / A.I. Vorobej, A.V. Novikov, Yu.A. Kurskaya, Z.F. Zajceva // Mesto i rol` agrarnoj nauki v obespechenii prodovol`stvennoj bezopasnosti strany`: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Smolensk: Smolenskaya gosudarstvennaya sel`skoxozyajstvennaya akademiya. - 2022. - №2. - S. 13-17.
82. Xolodilina T.N. Produktivny`e kachestva, perevarimost` kormov i kishechny`j mikrobiom u cyplyat-brojlerov (Gallus gallus L.) pri dobavlenii v racion nativny`x i e`kstrudirovanny`x uglevodny`x komponentov. / T.N. Xolodilina i dr. // Sel`skoxozyajstvennaya biologiya. - 2024. - T. 59. - №. 2. - S. 274-288.
83. Kononenko S.I. Rezervy` povy`sheniya e`ffektivnosti ispol`zovaniya kormov. / S.I. Kononenko, V.V. Semenov, V.I. Lozovoj // Sel`skoxozyajstvenny`j zhurnal. - 2013. - T. 2. - №. 6 (1). - S. 132-139.
84. Ovsep`yan V.A. Produkt dlya polnocennogo kormleniya pticz / V.A. Ovsep`yan, N.A. Yurina // Innovacionny`e texnologii v sel`skom xozyajstve, veterinarii i pishhevoj promy`shlennosti: Sbornik nauchny`x statej po materialam 82-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Stavropol`, 26 aprelya 2017 goda. Tom 1. - Stavropol`: Izdatel`stvo "Agrus", 2017. - S. 130-133.
85. Rejmer V.A. Ispol`zovanie aktivirovanny`x kormov iz otrubej i zernootxodov v pticevodstve. / V.A. Rejmer, Z.N. Alekseeva // Kormlenie sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x i kormoproizvodstvo. - 2012. - № 4. - S. 44-52.
87. Efremova S.V. Uglerod-mineral`naya kormovaya dobavka iz risovoj sheluxi. / S.V. Efremova // Novosti nauki Kazaxstana. - 2017. - №. 4. - S. 132-142.

Для цитирования / For citation

Яловенко И.Д. Формы клетчатки и их воздействие на организм кур-несушек./ И.Д. Яловенко, С.В. Лебедев // Ветеринария и кормление. – 2026. – №1. – С.142–149.

Yalovenko I.D. Forms of fiber and their effect on the body of laying hens. / I.D. Yalovenko, S.V. Lebedev // Veterinaria i kormlenie. – 2026. – №1. – P.142–149.