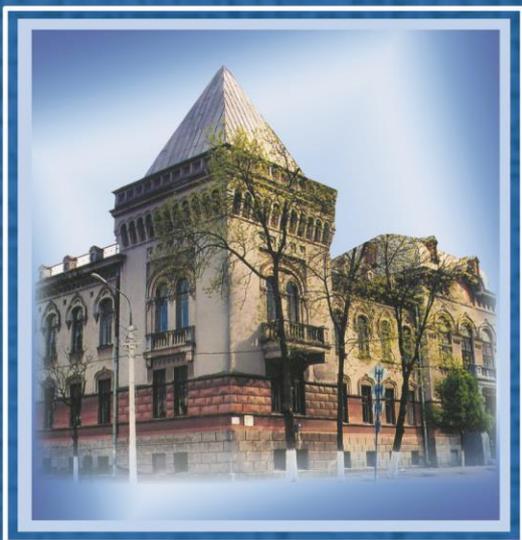


ISSN 2078-0109

Ученые Записки



Том 61
Выпуск 2
2025 г.

учреждения
образования
«Витебская ордена
«Знак Почета»
государственная
академия
ветеринарной
медицины»

**УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА»
ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»**

**Том 61, выпуск 2
(апрель – июнь) 2025 г.**

Редакционная коллегия:

Горлова Ольга Сергеевна – кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор (главный редактор);

Руколь Василий Михайлович – доктор ветеринарных наук, профессор (первый заместитель главного редактора);

Субботина Ирина Анатольевна – кандидат ветеринарных наук, доцент (заместитель главного редактора);

Маценович Мария Степановна – кандидат ветеринарных наук (ответственный секретарь);

Бабина Мария Павловна – доктор ветеринарных наук, профессор;

Белова Лариса Михайловна – доктор биологических наук, профессор;

Бычкова Елизавета Игнатьевна – доктор биологических наук, профессор;

Гнедов Александр Александрович – доктор технических наук, профессор;

Громов Игорь Николаевич – доктор ветеринарных наук, профессор;

Ивановский Владимир Валентинович – доктор биологических наук, профессор;

Карпеня Михаил Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Котарев Вячеслав Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Красочко Петр Альбинович – доктор ветеринарных наук, профессор;

Кузьмич Ростислав Григорьевич – доктор ветеринарных наук, профессор;

Лысенко Александр Павлович – доктор ветеринарных наук, профессор;

Малашко Виктор Викторович – доктор ветеринарных наук, профессор;

Мотузко Николай Степанович – кандидат биологических наук, доцент;

Паршин Павел Андреевич – доктор ветеринарных наук, профессор;

Прищепа Инна Михайловна – доктор биологических наук, профессор;

Субботин Александр Михайлович – доктор биологических наук, профессор;

Холод Валерий Михайлович – доктор биологических наук, профессор;

Шабунин Сергей Викторович – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН;

Шахов Алексей Гаврилович – доктор ветеринарных наук, профессор;

Юнусов Худайназар Бекназарович – доктор биологических наук, профессор;

Ятусевич Антон Иванович – доктор ветеринарных наук, профессор.

Журнал перерегистрирован
Министерством информации
Республики Беларусь
**8 февраля 2010 г.,
свидетельство о регистрации № 1227.**

Журнал входит в перечень научных изданий Республики Беларусь и Российской Федерации для опубликования результатов диссертационных исследований

**Отрасли науки
(научные направления):**

ветеринарные;
биологические (биология);
сельскохозяйственные (зоотехния).

Периодичность издания – 4 раза в год.

Индекс по индивидуальной подписке –
00238

Индекс по ведомственной подписке –
002382

**Ответственность за точность
представленных материалов
несут авторы и рецензенты,
за разглашение закрытой
информации – авторы.**

Все статьи рецензируются.

Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора.

Электронная версия журнала размещается в ЭБС «Лань», Научной электронной библиотеке eLIBRARY.ru и репозитории УО ВГАВМ.

**При перепечатке и цитировании
ссылка на журнал
«УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА»
ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»
обязательна.**

Требования к оформлению статей для публикации в журнале «Ученые записки УО ВГАВМ»

Рукопись статьи представляется на русском, белорусском, английском языках. Объем полноразмерной оригинальной статьи должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и другие символы), на белой бумаге формата А4, шрифт Arial (интервал одинарный, стиль обычный).

Параметры страницы: левое поле – 30 мм, правое, верхнее и нижнее поля – по 20 мм, абзацный отступ по тексту – 1,0 см.

На первой строке – УДК (размер букв 9 pt).

Ниже через одну пустую строку на русском языке (размер букв 9 pt) название статьи прописными буквами (жирным шрифтом) по центру строки, без переноса слов. Ниже через одну пустую строку по центру (жирным шрифтом) – строчными буквами фамилии и инициалы, личный идентификатор ORCID всех авторов (Международный реестр уникальных идентификаторов авторов, позволяющий однозначно идентифицировать личность ученого и корректно индексировать его в международных информационных базах). Фамилии, имена авторов на латинице приводятся в соответствии с идентификатором ORCID.

Ниже по центру строки – строчными буквами – полное название учреждения, город, страна. Ниже через одну пустую строку с абзацного отступа в 1,0 см светлым курсивом – аннотация. Далее – ключевые слова по содержанию статьи (от 5 до 10 слов).

Ниже через одну пустую строку на английском языке (размер букв 9 pt) название статьи прописными буквами (жирным шрифтом) по центру строки, без переноса слов. Ниже через одну пустую строку по центру (жирным шрифтом) – строчными буквами фамилии и инициалы всех авторов. Ниже по центру строки – строчными буквами – название учреждения, город, страна. Ниже через одну пустую строку с абзацного отступа в 1,0 см светлым курсивом – аннотация, далее – ключевые слова.

Аннотация (объем 300-600 знаков с пробелами) на русском и английском языках должна демонстрировать научную новизну работы, ее отличительные особенности и достоинства.

Ниже с абзацного отступа в 1,0 см, размер букв 10 pt, располагается текст статьи. Статья должна иметь следующие элементы, которые выделяются жирным: **введение; цель; материалы и методы исследований; результаты исследований; заключение** (заключение должно быть завершено четко сформулированными выводами) на русском и английском языках (230-250 слов, без учета ключевых).

Ниже через одну пустую строку литература (размер букв 9 pt) - жирным курсивом. **Список литературы / References** должен быть оформлен по ГОСТу. Поэтому авторы статей должны давать список литературы в двух вариантах: один – на языке оригинала (русскоязычные источники - кириллицей, англоязычные - латиницей) и отдельным блоком – тот же список литературы (References) в романском алфавите для международных баз данных, повторяя в нем все источники литературы, независимо от того, имеются ли среди них иностранные. При ссылке на переводные источники в References нужно ссылаться на оригинал. Транслитерируются фамилии авторов и русскоязычные названия источников. Каждый источник должен быть оформлен с абзацного отступа (красной строки, см. *пример оформления*).

Если научная работа написана на языке, который использует кириллический алфавит, то ее библиографическое описание необходимо транслитерировать латинскими буквами. Необходимо обратить внимание на написание фамилий авторов на английском языке. Большинство современных изданий содержат название статьи и фамилии авторов на английском языке. Название труда указывается на английском языке.

Рекомендуется цитировать не менее 8, но не более 10 источников. В статье не допускаются ссылки на авторефераты диссертационных работ или сами диссертации, т.к. они являются рукописями. Ссылки на журнальные статьи должны содержать DOI.

Далее – через одну пустую строку – адрес электронной почты и корреспондентский почтовый адрес, телефоны.

Статья, ее электронный вариант (в виде отдельного файла, названного по имени первого автора), выписка из заседания кафедры (отдела), экспертное заключение на статью представляются ответственному секретарю журнала (*mmatsinovitch@yandex.by*). Электронные варианты документов к статье должны быть сохранены **в формате pdf**.

Статьи объемом **14 000 - 16 000 знаков с пробелами** (объем статьи учитывается со списком литературы, не включая выходные данные на английском языке – до 5 страниц) оформляются **на русском языке**, на белой бумаге **формата А4, шрифт Arial (размер букв 10 pt, интервал одинарный, стиль обычный)**; **электронные варианты статей должны иметь расширение – doc**.

Далее через пробел, с абзацного отступа - **адрес электронной почты и корреспондентский почтовый адрес**.

Статья должна быть подписана автором (авторами). Ответственность за достоверность приведенных данных, изложение и оформление текста несут авторы.

Статьи должны быть написаны грамотно, в соответствии с правилами русского языка.

От **одного автора** может быть принято не более **двух статей** в личном или коллективном исполнении. Статьи будут дополнительно рецензироваться. **Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонять материалы, которые не соответствуют тематике либо оформлены с нарушением правил.**

Пример оформления:

DOI
УДК 619.[615:612.017.1:159.9]:636.4

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ» ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ИММУННОГО СТАТУСА ПОРОСЯТ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 0000-0001-6477-6156, Тараканова К.В. ORCID ID 0000-0001-5093-5590, Карманова К.В. ORCID ID 0000-0003-0336-4734, Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

*В статье представлены результаты изучения влияния простимула на иммунный статус поросят при технологическом стрессе, вызванном отъемом их от свиноматок и переводом на доращивание, в условиях промышленного свиноводческого комплекса. Установлено, что применение препарата сопровождается повышением неспецифического гуморального и клеточного иммунитета и показателей белкового обмена в период адаптации поросят к новым условиям существования, связанными с наличием в его составе альфа- и бета-интерферонов свиных рекомбинантных, обладающих иммуномодулирующей активностью, и витаминов А, Е и С, повышающих антиоксидантный и иммунный статус. Полученные результаты позволяют рекомендовать препарат «Простимул» для широкого применения в промышленном свиноводстве в критические периоды выращивания поросят для повышения иммунного статуса организма. **Ключевые слова:** простимул, поросята, общий белок, белковые фракции, интерфероны, витамины, технологический стресс, неспецифический гуморальный и клеточный иммунитет.*

APPLICATION OF THE DRUG "PROSTIMUL" FOR CORRECTION OF THE IMMUNE STATUS OF PIGLETS UNDER TECHNOLOGICAL STRESS

Shakhov A.G., Sashnina L.Yu., Tarakanova K.V., Karmanova K.V., Vladimirova Yu.Yu.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

*The article presents the results of studies on the effect of Prostimul on the immune status of piglets under technological stress caused by their weaning and transferring to an industrial pig-breeding complex for growing. It was found that the application of the drug was accompanied by an increase in nonspecific humoral and cellular immunity and indicators of protein metabolism during the adaptation of piglets to new conditions of living. This is associated with the presence in the drug composition of recombinant porcine interferons alpha and beta that possess the immune modulating activity, as well as vitamins A, E and C increasing antioxidant and immune status. The results obtained allow us to recommend the drug "Prostimul" for a widespread application in industrial pig breeding during critical periods of rearing piglets to improve the immune status of the animal body. **Keywords:** Prostimul, piglets, total protein, protein fractions, interferons, vitamins, technological stress, nonspecific humoral and cellular immunity.*

Введение.....
Цель исследований.....
Материалы и методы исследований.....
Результаты исследований.....
Заключение.....
Conclusion.....

Список литературы.

1. Максимов, Г. В. Способ оценки стрессоустойчивости свиней / Г. В. Максимов, Н. В. Ленкова, А. Г. Максимов // Ветеринарная патология. – 2014. – № 3–4 (49–50). – С. 62–68.
2. Особенности гуморального и клеточного иммунитета у поросят при технологическом стрессе / А. Г. Шахов, Л. Ю. Сашнина, Ю. Ю. Владимирова [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – № 2 (11). – С. 143–156.

References.

1. Maksimov, G. V. Sposob otsenki stressoustoychivosti sviney / G. V. Maksimov, N. V. Lenkova, A. G. Maksimov // Veterinarnaya patologiya. – 2014. – № 3–4 (49–50). – P. 62–68.
2. The peculiarities of humoral and cellular immunity in piglets under a technological stress / A. G. Shakhov, L. Yu. Sashnina, Yu. Yu. Vladimirova [et al.] // Bulletin of veterinary pharmacology. – 2020. – № 2 (11). – P. 143–156.

E-mail: Olga12@vsavm.by

Адрес: 213257, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. Ленина, 7/65

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-4-9
УДК 619:616-02:636.2

ПОИСКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ АНТИМИКРОБНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ МАСТИТА У КОРОВ

Галкин А.В. ORCID ID 0009-0008-1947-4552

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт патологии, фармакологии и терапии»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Приведены данные по микробной контаминации молока больных клиническим маститом коров хозяйства Воронежской области, изучена чувствительность выделенной микрофлоры к антибактериальным средствам. Для бактериологического исследования отобраны пробы молока от лактирующих животных, больных клиническим маститом, в количестве 111 проб. Выделено 172 культуры, из них *Staph. aureus* – 23,3%, *Staph. epidermidis* – 9,3%, *Staph. haemolyticus* – 5,8%, *Strept. agalactiae* – 14,5%, *Strept. uberis* – 11,62%, *Strept. dysgalactiae* – 5,82%, *E. coli* – 9,30%, *Ent. faecium* – 6,40%, *Pr. mirabilis* – 3,48%, *Ps. aeruginosa* – 2,33%, дрожжеподобные грибы *Candida* – 8,15%. Выделенные микроорганизмы тестировались на чувствительность к 17 антибактериальным препаратам. Наибольшей чувствительностью к выделенным культурам из секрета вымени коров, больных клинической формой мастита, среди испытанных антибактериальных препаратов обладают цефтиофул – 93,0%, флорфеникол – 92,4%, марбофлоксацин – 84,2%. Наименьшая чувствительность к исследуемым микроорганизмам у линкомицина – 13,3%, бензилпенициллина – 22,8%, стрептомицина – 30,3%. **Ключевые слова:** коровы, мастит, этиология, возбудители мастита, чувствительность антибиотиков.

EXPLORATORY STUDIES OF EFFECTIVE ANTIMICROBIAL AGENTS FOR THE TREATMENT OF BOVINE MASTITIS

Galkin A.V.

FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

The article presents the data on microbial contamination of milk received from cows with clinical mastitis on farms in Voronezh Region, and the sensitivity of the isolated microflora to antibacterial agents has also been studied. For bacteriological examination, 111 milk samples were collected from lactating animals with clinical mastitis. 172 cultures were isolated, including *Staph. aureus* – 23.3%, *Staph. epidermidis* – 9.3%, *Staph. haemolyticus* – 5.8%, *Strept. agalactiae* – 14.5%, *Strept. uberis* – 11.62%, *Strept. dysgalactiae* – 5.82%, *E. coli* – 9.30%, *Ent. faecium* – 6.40%, *Pr. mirabilis* – 3.48%, *Ps. aeruginosa* – 2.33%, yeast-like fungi *Candida* – 8.15%. The isolated microorganisms were tested for sensitivity to 17 antibacterial drugs. The highest sensitivity to the isolated cultures from the udder secretion of cows with clinical mastitis among the tested antibacterial drugs is demonstrated by ceftiofur – 93.0%, florfenicol – 92.4%, marbofloxacin – 84.2%. The lowest sensitivity to the studied microorganisms is demonstrated by lincomycin – 13.3%, benzylpenicillin – 22.8%, streptomycin – 30.3%. **Keywords:** cows, mastitis, etiology, mastitis pathogens, antibiotic sensitivity.

Введение. Мастит коров является основным производственным заболеванием на молочных фермах, причиняющим значительные экономические потери [1]. Болезнь вызывается в основном бактериальными [2, 3, 4] инфекциями и классифицируется на два типа, а именно контагиозный и экологический мастит. Первый вызывается контагиозными бактериями, самые распространенные это: *Staph. aureus*, *Strept. agalactiae*, путь передачи от инфицированной коровы к здоровой – различный. И, наоборот, экологический мастит вызывается бактериями, которые в основном распространяются за пределами доильного зала, из окружающей среды основными патогенами окружающей среды являются представители семейства *Enterobacteriaceae*, особенно *E. coli* и условно-патогенная микрофлора семейств энтерококков, псевдомонад и другие [5]. При увеличении заболеваемости коров маститом отмечено увеличение выделения ассоциативных форм, патогенная микрофлора (*Staph. aureus*, *E. coli*) выделяется в 32,7% случаев, условно-патогенная (*Citrobacter*, *Ent. faecium*) – в 23,6% и сапрофитная (*Staph. saprophyticus*, *Staph. epidermidis*, *Ent. aerogenes*, *Ps. aeruginosa*) – в 20,0% случаев. В 5,5% случаев выделены грибы (*Candida*) [6, 7, 8]. Спектр патогенов, возбудителей может быть связан с системой коровника и доения [9]. При лечении животных, в частности болезней крупного рогатого скота, используется достаточно широкий спектр химиотерапевтических средств и антибиотиков. В такой ситуации при лечении ассоциативных форм проявляется и поддерживается множественная лекарственная резистентность микроорганизмов, что способствует возникновению устойчивых штаммов бактерий к длительно применяемым антимикробным средствам, что снижает их эффективность

[5]. Поэтому при лечении маститов и других заболеваний крупного рогатого скота необходима их ежеквартальная ротация, а также комплексный подбор препаратов из разных групп лекарственных средств, обладающих различным механизмом действия, с высокой к ним видовой чувствительностью микрофлоры конкретных хозяйств с разным технологическим уровнем [7, 9, 10]. Актуальность поиска новых комбинаций антимикробных препаратов сохраняется.

Цель исследований. Необходимость поиска наиболее эффективных антимикробных препаратов в отношении возбудителей мастита коров и возможные варианты разработок новых перспективных способов лечения.

Материалы и методы исследований. Этиологическая структура мастита изучена путем бактериологического исследования секрета вымени, полученного от 111 коров с клиническим проявлением воспаления вымени и доставленных из животноводческих хозяйств Воронежской области за период с 2022 по 2024 г. Молоко (секрет) для бактериологического исследования отбирали в стерильные пробирки из пораженных долей вымени с соблюдением правил асептики. Для этого перед взятием пробы соски вымени и руки протирали салфеткой, обработанной антисептиком – 0,5% раствором хлоргексидина биглюконата, и надаивали в пробирки 5-10 мл альвеолярного молока (в конце дойки). При взятии пробы следили за тем, чтобы сосок не касался края пробирки. Пробирки с молоком (секретом) закрывали стерильной пробкой и на этикетке записывали кличку или инвентарный номер коровы. Пробы молока после их отбора с сопроводительным документом доставляли в лабораторию в течение 3-4 ч с момента взятия в специальных емкостях, обеспечивающих температуру не выше 8-10°C, или в термосах со льдом. Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями по бактериологическому исследованию молока и секрета вымени коров. М., 1983». Выделенные микроорганизмы тестировались на чувствительность к 17 антибактериальным препаратам – амоксициллину, бензилпенициллину, цефазолину, цефтиофуру, тетрациклину, доксициклину, стрептомицину, гентамицину, неомицину, флорфениколу, норфлоксацину, энрофлоксацину, марбофлоксацину, линкомицину, эритромицину, тилозину, тилмикозину. Чувствительность бактерий определяли на среде АГВ диско-диффузионным методом. Статистическая обработка полученных результатов проводится с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. По результатам проведенных бактериологических исследований 111 проб молока от больных клиническим маститом коров были изолированы 172 культуры микроорганизмов, из них *Staphylococcus* – 66 культур, при этом выделены следующие виды: *Staph. aureus* – 40 культур, *Staph. epidermidis* – 16 культур, *Staph. haemolyticus* – 10 культур, *Streptococcus* – 55 культур, из них *Strept. agalactiae* – 25 культур, *Strept. uberis* – 20 культур, *Strept. dysgalactiae* – 10 культур, *E. coli* – 16 культур, *Ent. faecium* – 11 культур, *Pr. Mirabilis* – 6 культур, *Ps. aeruginosa* – 4 культуры, дрожжеподобные грибы *Candida* – 14 культур. Таким образом, наиболее часто выделяемыми бактериями при клинической форме мастита у коров являлись представители родов стафилококков и стрептококков, суммарно выделено 70,34% от общего количества. Больше всего выделено (рисунок 1) видов *Staph. aureus* – 23,25%, *Strept. agalactiae* – 14,53%, *Strept. uberis* – 20 культур 11,62% и *E. coli* – 9,30%, что согласуется с данными ранних исследований [5, 6, 7, 9].

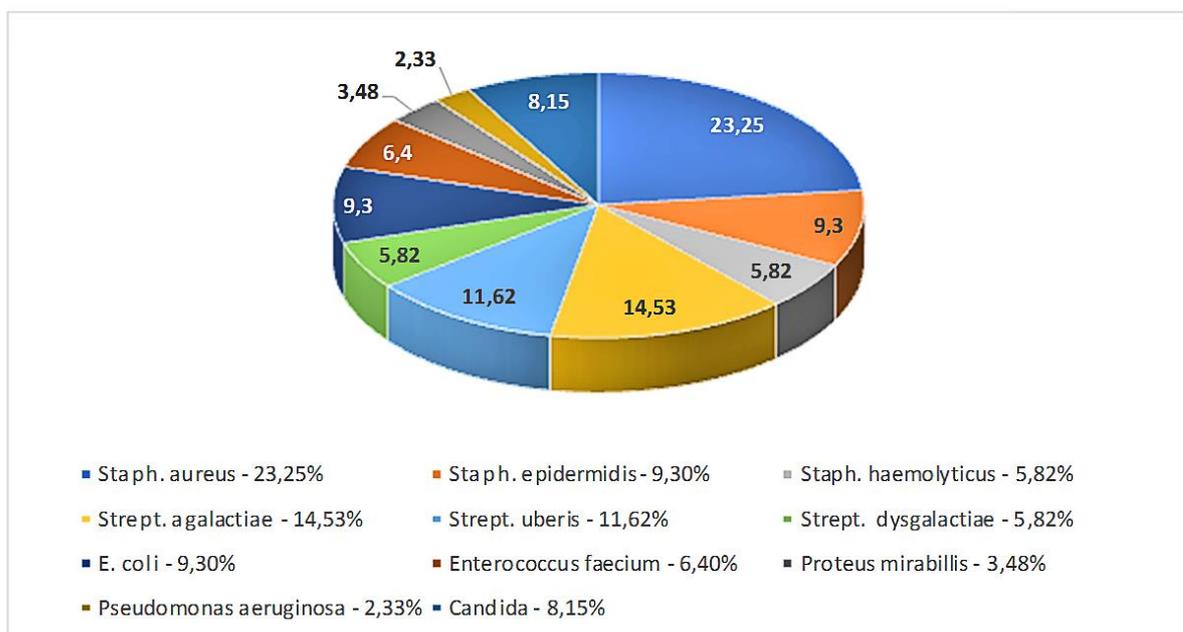


Рисунок 1 – Видовая структура возбудителей, выделяемых при клинических формах мастита у коров (%)

Из представленных в таблице 1 данных следует отметить, что чувствительность культур, выделенных из секрета вымени больных маститом коров, к антимикробным препаратам разных групп представлена следующим образом:

Стафилококки: пенициллины – от 60% амоксициллин до 25% бензилпенициллин; цефалоспорины – от 93,75% цефтиофур (3 поколение цефалоспоринов) до 62,5% цефазолин (1 поколение цефалоспоринов); тетрациклины – от 80% тетрациклин до 50% доксициллин; аминогликозиды – от 87,5% гентамицин до 30% стрептомицин; флорфеникол – 96,6%; фторхинолоны – от 85% марбофлоксацин до 50% норфлоксацин; линкомицин – в среднем 17,4%; макролиды – от 90% тилмикозин до 40% эритромицин.

Стрептококки: пенициллины – от 90% амоксициллин до 20% бензилпенициллин; цефалоспорины – от 100% цефтиофур (3 поколение цефалоспоринов) до 70% цефазолин (1 поколение цефалоспоринов); тетрациклины – от 72% тетрациклин до 40% доксициллин; аминогликозиды – от 70% гентамицин до 20% стрептомицин; флорфеникол – 93,3%; фторхинолоны от 87,5% марбофлоксацин до 60% норфлоксацин; линкомицин – в среднем 12%; макролиды – от 72% тилмикозин до 40% эритромицин.

Эшерихии: к пенициллинам не выделено чувствительных культур к этой группе; цефалоспорины – от 87,5% цефтиофур (3 поколение цефалоспоринов) до 25% цефазолин (1 поколение цефалоспоринов); тетрациклины – общий показатель 31,25%; аминогликозиды – от 81,25% гентамицин до 37,5% стрептомицин; флорфеникол – 81,25%; фторхинолоны – от 100% марбофлоксацин до 50% норфлоксацин; линкомицин не чувствителен к возбудителю кишечной палочки; к макролидам не выявлено чувствительности.

Энтерококки: пенициллины – от 54,5% амоксициллин до 27,7% бензилпенициллин; цефалоспорины – от 100% цефтиофур (3 поколение цефалоспоринов) до 54,5% цефазолин (1 поколение цефалоспоринов); тетрациклины – от 72,7% доксициллин до 63,3% тетрациклин; аминогликозиды – от 63,3% гентамицин до 27,7% стрептомицин; флорфеникол – 100%; фторхинолоны – от 90,9% марбофлоксацин до 54,5% норфлоксацин; линкомицин – 18,8%; макролиды – от 81,8% тилмикозин до 45,4% эритромицин.

Группы протей: пенициллины – к амоксициллину выделено 16,6% чувствительных культур, к бензилпенициллину не выделено; цефалоспорины – от 83,3% цефтиофур (3 поколение цефалоспоринов) до 66,6% цефазолин (1 поколение цефалоспоринов); тетрациклины – от 33,3% доксициллин до 16,6% тетрациклин; аминогликозиды – гентамицин, неомицин – 50%, к стрептомицину чувствительности культур не выявлено; флорфеникол – 66,6%; фторхинолоны – от 83,3% марбофлоксацин, энрофлоксацин до 54,5% норфлоксацин; линкомицин не чувствителен к возбудителю протей; макролиды – чувствительности не выявлено.

Синегнойная палочка: выявлена чувствительность к цефтиофур 75%, фторхинолонам – от 75% до 50%, аминогликозидам – в среднем в 50%, к остальным группам антимикробных препаратов чувствительность к синегнойной палочке не выявлена.

Таблица 1 – Результаты определения чувствительности к выделенным микроорганизмам из молока коров, больных клиническим маститом

| Антибактериальные препараты | Выделенные микроорганизмы и количество культур | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | <i>Staph. aureus</i> (n=40) | <i>Staph. epidermidis</i> (n=16) | <i>Staph. haemolyticus</i> (n=10) | <i>Strep. agalactiae</i> (n=25) | <i>Strept. uberis</i> (n=20) | <i>Strept. dysgalactiae</i> (n=10) | <i>E. coli</i> (n=16) | <i>Ent. faecium</i> (n=11) | <i>Pr. mirabilis</i> (n=6) | <i>Ps. aeruginosa</i> (n=4) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 амоксициллин | 16 | 8 | 6 | 22 | 18 | 8 | 0 | 6 | 1 | 0 |
| 2 бензилпенициллин | 10 | 5 | 3 | 8 | 4 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 3 цефазолин | 30 | 10 | 8 | 20 | 20 | 7 | 4 | 6 | 4 | 0 |
| 4 цефтиофур | 37 | 15 | 9 | 23 | 20 | 10 | 14 | 11 | 5 | 3 |
| 5 тетрациклин | 32 | 12 | 6 | 18 | 14 | 6 | 5 | 7 | 1 | 0 |
| 6 доксициллин | 29 | 11 | 5 | 16 | 15 | 4 | 5 | 8 | 2 | 0 |
| 7 стрептомицин | 14 | 5 | 3 | 10 | 4 | 3 | 6 | 3 | 0 | 0 |
| 8 гентамицин | 30 | 14 | 7 | 17 | 14 | 6 | 13 | 7 | 3 | 2 |
| 9 неомицин | 21 | 8 | 4 | 14 | 8 | 5 | 10 | 6 | 3 | 2 |
| 10 флорфеникол | 40 | 16 | 9 | 25 | 20 | 8 | 13 | 11 | 4 | 0 |
| 11 энрофлоксацин | 33 | 14 | 8 | 15 | 14 | 7 | 10 | 7 | 5 | 2 |

Продолжение таблицы 1

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|----------------|----|----|---|----|----|---|----|----|----|----|
| 12 | норфлоксацин | 29 | 11 | 6 | 14 | 10 | 6 | 8 | 6 | 3 | 2 |
| 13 | марбофлоксацин | 34 | 14 | 8 | 20 | 16 | 7 | 16 | 10 | 5 | 3 |
| 14 | линкомицин | 8 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 15 | эритромицин | 20 | 7 | 4 | 10 | 9 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 16 | тилозин | 22 | 8 | 6 | 12 | 10 | 6 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 17 | тилмикозин | 32 | 14 | 9 | 18 | 14 | 7 | 0 | 9 | 0 | 0 |

Примечание. Указано количество чувствительных выделенных культур к исследуемому антибиотику. Учитывались в исследовании по чувствительности к антибиотикам только культуры бактерий в количестве 158.

При подсчете общего количества выделенных бактериальных культур из секрета вымени коров, больных клинической формой мастита, среди испытанных антибактериальных препаратов (рисунок 2) выявили, что наибольшей чувствительностью к исследуемой микробиоте обладают цефтиофур – 93,0%, флорфеникол – 92,4%, марбофлоксацин – 84,2%. Наименьшая чувствительность к исследуемым микроорганизмам у линкомицина – 13,3%, бензилпенициллина – 22,8%, стрептомицина – 30,3%.

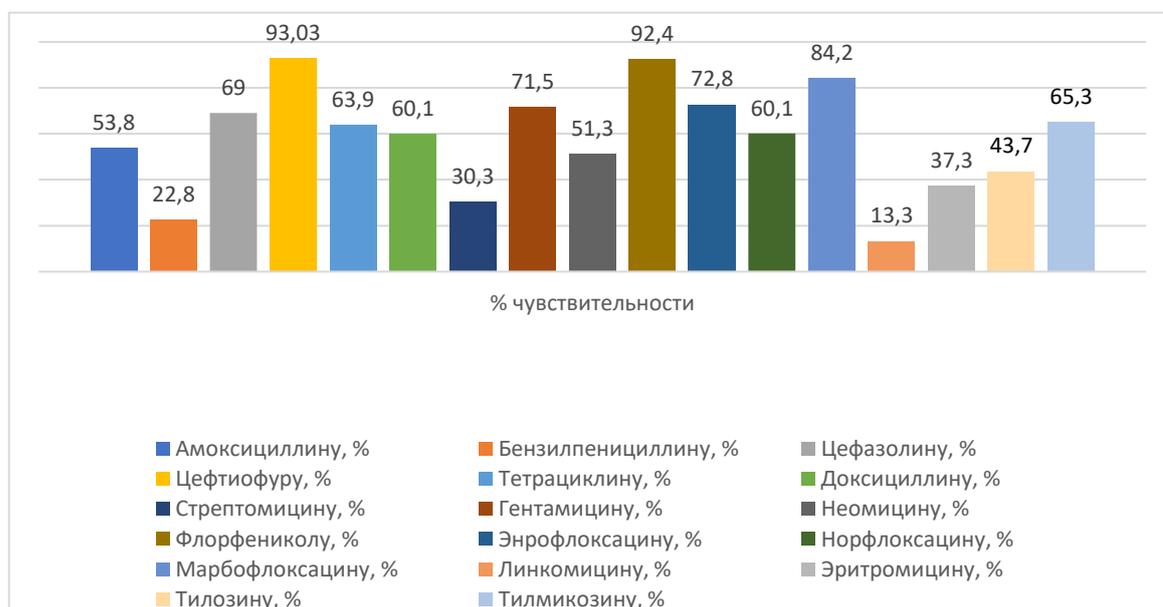


Рисунок 2 – Процент чувствительных микроорганизмов возбудителей мастита к антибиотикам

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о достаточно малом количестве антибиотиков, имеющих широкий спектр чувствительности ко всем выделенным микроорганизмам-возбудителям клинического мастита у коров. Ни один из исследуемых антибиотиков не обладает чувствительностью ко всем выделенным культурам. Отмечена высокая устойчивость выделенных микроорганизмов к препаратам, которые широко используются в хозяйствах при лечении мастита, к таким как группы пенициллина, линкомицина, аминогликозидов (стрептомицин, неомицин), макролидов (эритромицин, тилозин). Отмечается снижение чувствительности к группам цефалоспоринов 1 поколения и фторхинолонов 2 поколения (норфлоксацин, энрофлоксацин). Флорфеникол, обладающий достаточно высокой степенью чувствительности, запрещен для лечения коров в период лактации и имеет большие сроки по выведению из мяса и молока. Из исследуемых антибиотиков наиболее перспективными по всем необходимым показателям являются цефалоспорины 3, 4 поколения и фторхинолоны 3, 4 поколений, но эти антибиотики достаточно широко используются в виде монопрепаратов инъекционно, и существует риск дальнейшего усиления устойчивости к этим группам [11, 12].

Заключение. Результаты проведенных исследований показали, что наибольшее количество выделенных культур возбудителей мастита составляли представители родов стафилококков и стрептококков. Больше всего видов *Staph. aureus*, *Strept. agalactiae*, *Strept. uberis* и *E. coli*. Наибольшей чувствительностью к выделенным культурам из секрета вымени коров, больных клинической формой мастита, среди испытанных антибактериальных препаратов обладают цефтиофур, флорфеникол, марбофлоксацин. Наименьшей чувствительностью к исследуемым

микроорганизмам обладают препараты линкомицина, бензилпенициллина, стрептомицина.

Conclusion. The results of the conducted studies showed that the majority of isolated cultures of mastitis pathogens were represented by the genera staphylococci and streptococci. Most of the species were *Staph. aureus*, *Strept. agalactiae*, *Strept. uberis* and *E. coli*. Among the tested antibacterial drugs, ceftiofur, florfenicol and marbofloxacin had the highest sensitivity to the isolated cultures from the udder secretion of cows with clinical mastitis. The drugs containing lincomycin, benzylpenicillin and streptomycin showed the lowest sensitivity to the studied microorganisms.

Список литературы.

1. Herd-Level Mastitis-Associated Costs on Canadian Dairy Farms / M. Aghamohammadi, D. Haine, D. F. Kelton [et al.] // *Vet. Sci.* – 2018. – Vol. 5. – P. 100-21. Картушина, А. С. Совершенствование метода терапии коров при субклиническом мастите : автореф. дис. ... канд. ветеринарных наук / А. С. Картушина. – Краснодар, 2016. – 20 с.

2. Bramley, A. J. *Streptococcus uberis* mastitis: epidemiology and pathogenesis / A. J. Bramley // *Anim. Health Nutr.* – 1987. – Vol. 42, № 5.

3. Gebrewahid, T. T. Prevalance and etiology of subclinical mastitis in small Ruminants of Tigrau Regional state, North Ethiopia / T. T. Gebrewahid, B. H. Abera, Mendhistu // *Veterinary World.* – 2012. – Vol. 5, № 2. – P. 103–109.

4. *Advances in therapeutic and managemental approaches of bovine mastitis: a comprehensive review* // K. Sharuna, K. Dhamab, R. Tiwaric [et al.] // *Veterinary quarterly.* – 2021. – Vol. 41, № 1. – P. 107–136. – doi.org/10.1080/01652176.2021.1882713.5.

5. Климов, Н.Т. Экспериментальная и клиническая фармакология лекарственных препаратов на основе диоксилина и доксициклина и их эффективность при мастите у коров : автореф. дис. ... д-ра ветеринарных наук / Н. Т. Климов. – Воронеж, 2009. – 32 с.

6. Гамаюнов, В. М. Эффективность прималакта при мастите у коров / В. М. Гамаюнов, Д. Н. Кольцов, В. М. Новиков // *Международный научно-исследовательский журнал.* – 2016. – № 7 (49). – С. 28–31. – doi.org/10.18454/IRJ.2016.49.061.

7. *Этиологическая структура маститов коров в крупных животноводческих комплексах по производству молока* / А. Ф. Махмутов, Г. Н. Спиридонов, Л. Ш. Дуплева [и др.] // *Ветеринарный врач.* – 2023. – № 2. – С. 4–9. – DOI: 10.33632/1998-698X_2023.

8. Prevalence of udder pathogens in milk samples from Norwegian dairy cows recorded in a national database in 2019 and 2020 / M. Smistad, H. C. Bakka, L. Sølverød [et al.] // *Vet Scand.* – 2023. – Vol. 65 (1). – P. 19. – doi: 10.1186/s13028-023-00681-2.

9. *Subclinical Mastitis in Dairy Cows in South-Asian Countries: A Review of Risk Factors and Etiology to Prioritize Control Measures* / M. S. Bari, M. M. Rahman, Y. Persson [et al.] // *Vet. Res. Commun.* – 2022. – Vol. 46. – P. 621–640.

10. *Production of Milk and Bovine Mastitis* / A. C. Izquierdo, J. E. Guerra Liera, R. E. Cervantes [et al.] // *Adv. Dairy Res.* – 2017. – Vol. 5. – P. 174.

11. Gorden, P. J. *Impact of disease in dairy cows on ceftiofur pharmacokinetics, withdrawal times and emergence of antimicrobial resistance* / P. J. Gorden // *Graduate Theses and Dissertations. IowaStateUniversity.* – 2017. – P. 119–136. – lib.dr.iastate.edu/etd/16136.

12. Жуков, М. С. Рациональные подходы к стартовой антибактериальной терапии болезней органов дыхания у телят / М. С. Жуков, О. А. Манжурина, Ю. С. Пархоменко // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии.* – 2019. – № 3. – С. 41–44. – DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.3.41.

References.

1. Herd-Level Mastitis-Associated Costs on Canadian Dairy Farms / M. Aghamohammadi, D. Haine, D. F. Kelton [et al.] // *Vet. Sci.* – 2018. – Vol. 5. – R. 100-21. Kartushina, A. S. *Sovershenstvovanie metoda terapii korov pri subklinicheskom mastite : avtoref. dis. ... kand. veterinarnykh nauk* / A. S. Kartushina. – Krasnodar, 2016. – 20 s.

2. Bramley, A. J. *Streptococcus uberis* mastitis: epidemiology and pathogenesis / A. J. Bramley // *Anim. Health Nutr.* – 1987. – Vol. 42, № 5.

3. Gebrewahid, T. T. Prevalance and etiology of subclinical mastitis in small Ruminants of Tigrau Regional state, North Ethiopia / T. T. Gebrewahid, B. H. Abera, Mendhistu // *Veterinary World.* – 2012. – Vol. 5, № 2. – R. 103–109.

4. *Advances in therapeutic and managemental approaches of bovine mastitis: a comprehensive review* // K. Sharuna, K. Dhamab, R. Tiwaric [et al.] // *Veterinary quarterly.* – 2021. – Vol. 41, № 1. – R. 107–136. – doi.org/10.1080/01652176.2021.1882713.5.

5. Klimov, N.T. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya lekarstvennykh preparatov na osnove dioksidina i doksitsiklina i ih effektivnost' pri mastite u korov : avtoref. dis. ... d-ra veterinarnykh nauk* / N. T. Klimov. – Voronezh, 2009. – 32 s.

6. Gamayunov, V. M. *Effektivnost' primalakta pri mastite u korov* / V. M. Gamayunov, D. N. Kol'cov, V. M. Novikov // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skiy zhurnal.* – 2016. – № 7 (49). – S. 28–31. – doi.org/10.18454/IRJ.2016.49.061.

7. *Etiologicheskaya struktura mastitov korov v krupnykh zhivotnovodcheskiy kompleksah po proizvodstvu moloka* / A. F. Mahmutov, G. N. Spiridonov, L. SH. Dupleva [i dr.] // *Veterinarnyj vrach.* – 2023. – № 2. – S. 4–9. – DOI: 10.33632/1998-698H_2023.

8. Prevalence of udder pathogens in milk samples from Norwegian dairy cows recorded in a national database in 2019 and 2020 / M. Smistad, H. C. Bakka, L. Sølverød [et al.] // *Vet Scand.* – 2023. – Vol. 65 (1). – R. 19. – doi: 10.1186/s13028-023-00681-2.

9. Subclinical Mastitis in Dairy Cows in South-Asian Countries: A Review of Risk Factors and Etiology to Prioritize Control Measures / M. S. Bari, M. M. Rahman, Y. Persson [et al.] // *Vet. Res. Commun.* – 2022. – Vol. 46. – R. 621–640.

10. Production of Milk and Bovine Mastitis / A. C. Izquierdo, J. E. Guerra Liera, R. E. Cervantes [et al.] // *Adv. Dairy Res.* – 2017. – Vol. 5. – R. 174.

11. Gorden, P. J. Impact of disease in dairy cows on ceftiofur pharmacokinetics, withdrawal times and emergence of antimicrobial resistance / P. J. Gorden // *Graduate Theses and Dissertations. IowaStateUniversity.* – 2017. – R. 119–136. – lib.dr.iastate.edu/etd/16136.

12. Zhukov, M. S. Racional'nye podhody k startovoj antibakterial'noj terapii boleznej organov dyhaniya u telyat / M. S. Zhukov, O. A. Manzhurina, Yu. S. Parhomenko // *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii.* – 2019. – № 3. – S. 41–44. – DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.3.41.

Поступила в редакцию 12.03.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-9-15

УДК 619:615:616:33/34:616-006.6:636.7

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕСТ-СИСТЕМЫ CENOGENICS STOOL BLOOD TEST ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ В ОРГАНАХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У СОБАК

*Гераничев М.А., **Федорин А.А., ***Калинкин Н.А., *Калинкина Ю.В.

*ООО Научно-исследовательское предприятие «Ветеринарный лечебно-реабилитационный центр Поволжья «Цито», г. Саратов, Российская Федерация

**Финансово-технологический колледж. ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация

***ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация

*В статье представлены результаты исследований по ранней диагностике онкологических образований в органах желудочно-кишечного тракта у собак, полученные при амбулаторном обследовании с применением тест-системы CENOGENICS Stool Blood test, предназначенной для индивидуального тестирования фекалий на скрытую кровь. В течение трех лет исследований опухолевые заболевания органов пищеварения у собак городской популяции (г.Саратов) были зарегистрированы у 23 особей (1,2%) из 1873 обследованных. По результатам исследований тестирование фекалий на скрытую кровь у этого вида домашних плотоядных животных способствовало повышению выявляемости новообразований ранних стадий течения в области желудочно-кишечного тракта в полтора раза. **Ключевые слова:** новообразование, собаки, тест-система, скрытая кровь, желудочно-кишечный тракт, фекалии.*

EFFICACY OF THE CENOGENICS STOOL BLOOD TEST SYSTEM IN THE DIAGNOSIS OF MALIGNANT NEOPLASMS IN THE GASTROINTESTINAL TRACT IN DOGS

*Geranichev M.A., **Fedorin A.A., ***Kalinkin N.A., *Kalinkina Y.V.

*LLC Scientific Research Enterprise "Veterinary Treatment and Rehabilitation Center of the Volga region "Cito", Saratov, Russian Federation

**Financial and Technological College. Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russian Federation

***Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russian Federation

*The article presents the results of research on the early diagnosis of oncological neoplasia in the organs of the gastrointestinal tract in dogs, obtained during an outpatient examination using the CENOGENICS Stool Blood test system, designed for individual testing of feces for hidden blood. During three years of research, tumor diseases of the digestive organs in dogs of the urban population (Saratov) were registered in 23 individuals (1.2%) out of 1873 examined. According to the research results, testing of feces for hidden blood in this type of domestic carnivorous animals increased the detection of tumors in gastrointestinal tract at the early stages the by one and a half times. **Keywords:** neoplasm, dogs, test system, hidden blood, gastrointestinal tract, feces.*

Введение. Основой диагностики онкологической патологии у собак являются инструментальные методы с применением высокотехнологичного оборудования [1-4, 8]. Однако эти методы позволяют диагностировать опухоли в поздней стадии болезни, когда хирургическое и консервативное лечение неэффективно. Возникает необходимость диагностики неопластических процессов на ранних стадиях развития [1, 4-7, 9, 10].

В настоящее время во многих странах для раннего выявления неопластических поражений органов пищеварительной системы у собак используются специальные программы скрининга опухолей на основе методов обнаружения скрытой крови в фекалиях, в частности химическими тестами – gFOGT – guaic fecal occult blood test (CENOGENICS, HEMOCCULT и другие). Многолетней медицинской и ветеринарной практикой применения этих тест-систем в реализации программ контроля за онкологической ситуацией доказано, что они имеют диагностическое значение, выполняя функцию ранней диагностики раковых поражений желудочно-кишечной локализации на излечимой стадии [4, 8, 10, 11].

В России этот способ не имеет достаточного применения в диагностике опухолей и, следовательно, внедрение в амбулаторную практику тест-системы CENOGENICS Stool Blood test для индикации скрытой крови в фекалиях с целью раннего выявления онкологической патологии желудочно-кишечного тракта у домашних плотоядных животных может быть рациональным для своевременного распознавания и излечения предраковых заболеваний желудочно-кишечной локализации.

Цель исследований. Целью данных исследований является оценка эффективности тест-системы CENOGENICS Stool Blood test в индикации новообразований желудочно-кишечной локализации у собак за счет выявления скрытой крови в фекалиях и аргументация развития программ систематических профилактических исследований (скрининга) неопластических поражений в популяции домашних плотоядных животных этим методом.

Материалы и методы исследований. Задачи оценки эффективности комплексной схемы диагностики новообразований в ранней стадии развития у собак путем применения тест-системы CENOGENICS Stool Blood test решались в условиях ветеринарной клиники Научно-исследовательского лечебно-реабилитационного центра Поволжья «ЦИТО».

Для получения необходимой сравнительной информации 1873 собаки породистых и беспородных разных возрастов, первично поступавшие на амбулаторный прием, в течение трех лет были обследованы в двух вариантах комплексной диагностики. В первом варианте, выполнявшем контрольную функцию, животные обследовались стандартным комплексом методов диагностики онкологических заболеваний. Второй вариант исследований имел назначение проведения собственно опыта по испытанию тест-системы CENOGENICS StoolBloodtest - быстрого визуального хроматографического индикатора для индивидуального тестирования скрытой крови в фекалиях животных и регулярного обследования собак (через два дня и две-три недели) с целью выявления злокачественных новообразований на ранних стадиях развития.

Животные исследовались с помощью: клинического, лабораторных, рентгенологического, ультразвукового, эндоскопического и цитологического методов. CENOGENICS Stool Blood test использовался для диагностики новообразований органов желудочно-кишечного тракта у собак, в том числе и на ранних стадиях. Рентгенологические исследования выполнены на цифровом аппарате Gierth HFX 90 V, УЗИ - на оборудовании MindrayVetus 9, эндоскопическое исследование - с помощью видеосистемы KarlStorz SILVERSCOPE. Биопсия осуществлялась в ООО НИП ВЛРЦ Поволжья «ЦИТО», цитологическая верификация опухолей проведена в условиях клиничко-диагностической лаборатории «NEOVET» и межобластной ветеринарной лаборатории ФГБУ«ВНИИЗЖ». Стадии течения заболевания устанавливались по общепринятой классификации TNM для животных.

Клиническое обследование подопытных животных проводили по общепринятой методике. Особое внимание обращали на следующие характеристики: снижение массы тела, увеличение лимфатических узлов, уменьшение активности, повышение утомляемости, бледность слизистых оболочек, желтушность, диарея, рвота, кровь в фекалиях.

Необходимые диагностические манипуляции по использованию тест-системы CENOGENICS Stool Blood test выполнялись в лабораторных условиях ООО НИП ВЛРЦ Поволжья «ЦИТО». Образец фекалий от животного с поражением желудочно-кишечного тракта помещался на поверхность слайд-карты одноразовым шпателем (рисунок 1).

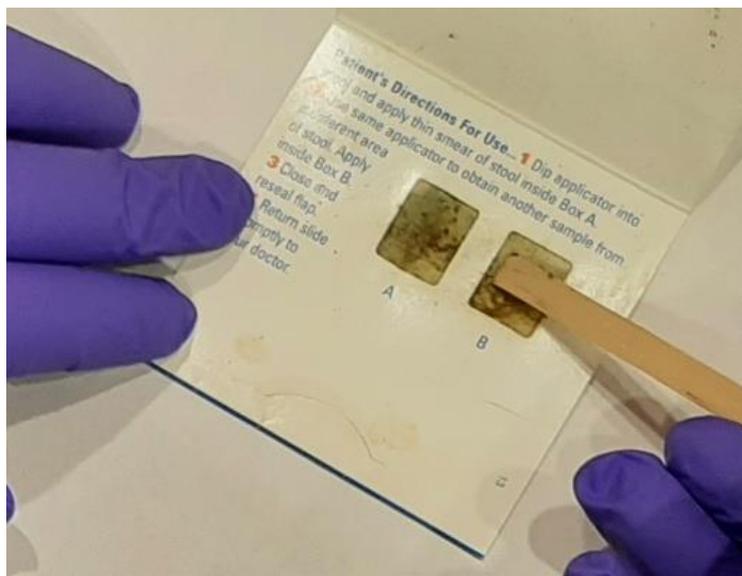


Рисунок 1 – Нанесение анализируемых образцов фекалий животного на диагностическую часть индивидуальной слайд-карты стандартной тест-системы CENOGENICS Stool Blood test

Результаты анализа оценивались путем визуального наблюдения в течение 30 секунд. При положительной реакции – наличии скрытой крови в образце фекалий, появлялась синяя окраска мазка после обработки проявителем (рисунок 2).



Рисунок 2 – Характер положительной диагностической реакции на присутствие скрытой крови в образце фекалий собак – появление синей окраски на месте мазка

Во избежание ложноположительных реакций за два дня до и в течение периода тестирования исключалось назначение животным, подлежащим исследованию на скрытую кровь, пероральных препаратов железа и кормов, содержащих мясо.

Статистическая обработка цифровых данных выполнена общепринятыми методами.

Результаты исследований. В процессе диагностического обследования 1873 собак различных пород и возрастов в ветеринарной клинике «ЦИТО» у 528 из них (28,2%) были зарегистрированы различные заболевания органов желудочно-кишечного тракта. Судя по полученным клиническим данным, эта патология является результатом многих причин: несбалансированного кормления – у 203 собак (38,4%); бактериальных, вирусных и инвазионных заболеваний – у 275 (52,1%) животных; нарушения функции печени – 36 (6,8%) и поджелудочной железы – 14 (2,6%).

В первом варианте исследование, проведенное стандартным комплексом методов онкологической диагностики 528 собак, скомпрометированных по желудочно-кишечной патологии, дало возможность выявить злокачественные новообразования (бластомы) у 15 животных (2,8%) этого вида (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты диагностики новообразований у собак с патологией органов желудочно-кишечного тракта

| Выявлено собак с опухолевыми поражениями органов пищеварения | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|--------------|---------------|----------|------|------------|------|-------------------------|------|-------------|------|------|------|
| Всего | | В возрасте: | | | | | | С локализацией опухолей | | | | | |
| К-во | % | 1-5 лет | | 6-10 лет | | 11 и > лет | | в желудке | | в кишечнике | | | |
| | | тонкий отдел | толстый отдел | | | | | | | | | | |
| к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % | к-во | % |
| Скрининг стандартными методами | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 2,8 | 0 | 0 | 7 | 46,6 | 8 | 53,4 | 9 | 60,0 | 2 | 13,3 | 4 | 26,7 |
| Скрининг с применением тест-системы CENOGENICS | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 4,3 | 2 | 8,7 | 11 | 47,8 | 10 | 43,5 | 13 | 56,5 | 3 | 13,0 | 7 | 30,5 |

Причем у собак в возрасте до 6 лет опухолевые поражения не зарегистрированы, у животных 6-10-летнего возраста новообразования выявлены у 7 особей из 15 (46,6%), у собак 11 лет и старше опухоли определены у 8 животных (53,4%). Неопластические образования выявлены в 9 случаях из 15 (60,0%) в тканях желудка, а также кишечника: в тонком отделе – у 2 собак (13,3%), а в толстом – у 4 особей (26,7%).

По результатам цитологического анализа всех обнаруженных у собак опухолей желудка, идентифицированы: эпителиальные новообразования – аденокарциномы – у 5 особей из 9 (55,5%); гладкомышечные опухоли – лейомиомы – у 3 (33,3%); у 1 животного распознана лейомиосаркома (11,1%). Местами нахождения аденокарцином были: пилорическая часть желудка, дно и тело; гладкомышечные неоплазмы локализовались в пилорической области органа. В кишечнике у собак аденокарциномы определены в 2 случаях (у 33,2%) в двенадцатиперстной кишке, лимфомы – в ободочной кишке – у 3 (50,0%) собак и прямой кишке – в 1 (16,7%) случае.

Выявленные и визуализированные опухоли в тканях желудка и кишечника (ультразвуковым, гастроскопическим, рентгенологическим методами и при оперативных вмешательствах) имели третью (III) и четвертую (IV) стадии развития. Опухоли в III стадии идентифицированы у 4 собак (26,6%), в IV – у 11 особей (73,3%). Новообразования имели форму отграниченных узлов или вид диффузных утолщений и уплотнений стенок пораженных органов (по подслизистому и мышечному слоям). Регистрировались язвopodobные бластомы с центральным изъязвлением и основанием без четких границ.

Пораженность опухолями желудка и кишечника не имела специфических клинических проявлений у обследованных собак, онкологический процесс сопровождался слабостью, апатией, потерей аппетита, полидипсией, прогрессирующей кахексией, рвотой непереваренным кормом, зловонной отрыжкой, диареей, тимпанией желудка, болями в эпигастрии, гематокезией, меленой. У собак с выявленными неопластическими поражениями желудка и кишечника подобные симптомы появлялись задолго до постановки онкологического диагноза – за 1-1,5 месяца.

Во втором варианте онкоскринингового обследования 528 собак (скомпрометированных по желудочно-кишечной патологии), проведенном с использованием тест-системы CENOGENICS в качестве диагностического инструмента по ранней индикации опухолей в органах пищеварения, зафиксирован положительный результат анализа фекалий на скрытую кровь у 27 животных (таблица 1), в том числе у всех 15 собак с онкологическим диагнозом, поставленном стандартными методами, а также у 12 животных с первичным диагнозом неонкологического характера, поставленном на основании стандартного комплекса исследований первого этапа онкоскрининга. У этих 12 собак инструментальные исследования (УЗИ, рентген, эндоскопия, лапаротомия, биопсия) с последующей гистологией позволили распознать опухолевые образования и верифицировать онкологический диагноз (преимущественно рак) у 8 особей (66,7%): у одной – в возрасте 4 лет (12,5%); у 5 (62,5%) особей – среднего возраста и у 2 (25,0%) – старых собак. У 4 (33,3%) собак онкологический диагноз не подтвердился. Итого по результатам исследований онкологический диагноз подтвердился у 23 собак (таблица 1). Опухолевые поражения у 8 собак имели место: в желудке – у 4 (50,0%), с инвазией новообразований в пилорус со стороны малой кривизны и в нижней половине стенки органа; у 1 особи (12,5%) – в двенадцатиперстной кишке, у 3 собак (37,5%) – с локализацией в ободочной и прямой части кишечника – полипы. Во всех 8 случаях идентифицированные опухолевые поражения имели первую (I) и вторую (II) стадии развития: I стадия установлена у 3 собак (13,1%) в возрасте 4 и 6 лет, II – у 5 (21,7%) среднего возраста (таблица 2).

В общей сложности во втором варианте исследованиями выявлены 23 особи с онкологическим поражением органов желудочно-кишечного тракта.

Таблица 2 – Распределение собак по стадиям развития диагностированных опухолевых заболеваний с применением тест-системы CENOGENICS Stool Blood test

| Стадия развития заболевания | Всего больных | | в том числе: | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------|--------------|-----|----------|------|--------------|------|
| | Кол-во | % | 1-5 лет | | 6-10 лет | | более 10 лет | |
| | | | Кол-во | % | Кол-во | % | Кол-во | % |
| I | 3 | 13,1 | 2 | 8,7 | 1 | 4,3 | 0 | 0 |
| II | 5 | 21,7 | 0 | 0 | 5 | 21,7 | 0 | 0 |
| III | 4 | 17,4 | 0 | 0 | 3 | 13,1 | 1 | 4,3 |
| IV | 11 | 47,8 | 0 | 0 | 5 | 21,7 | 6 | 26,1 |
| Всего | 23 | 100 | 2 | 8,7 | 14 | 60,8 | 7 | 30,4 |

Анализируя полученные результаты, можно констатировать факт, что испытанный тест может установить наличие желудочных и кишечных кровоизлияний у собак и этим аргументировать принятие решений относительно способа визуализации источника выделения скрытой крови лучевыми методами, то есть предметно решить вопрос онкодиагностики и выбора методов лечения. Главной задачей инструментальных исследований в этих случаях являлось морфологическое подтверждение диагноза и определение распространенности опухолевого процесса. В нашей работе это сделано методами ультразвукового и рентгеновского исследований, эндоскопии, и при необходимости – лапароскопии и (или) лапаротомии, хирургических операций, биопсии и гистологии у больных собак с клиническими симптомами хронического гастрита, энтерита, колита, язвенного поражения органов желудочно-кишечного тракта. Судя по нашим данным, специфичность тест-системы CENOGENICS при распознавании опухолевых новообразований составила 85,2%. Важность применения этого теста заключается в том, что при онкологических заболеваниях желудочно-кишечного тракта, скрытая кровь в фекалиях собак может быть единственным симптомом начала опухолевого заболевания. Эти свойства дают возможность реализовать поиск новообразований в области желудочно-кишечного тракта в амбулаторных условиях.

Заключение. По результатам проведенных исследований выяснено, что онкологическая патология органов пищеварения среди домашних собак в районах г. Саратова имеет постоянную частоту встречаемости. Опухолевые заболевания у домашних собак зарегистрированы у 1,2% особей, доставленных на амбулаторное обследование в ООО НИП ВЛРЦ Поволжья «ЦИТО» в течение трех лет.

Эндемичность опухолевых заболеваний аргументирует необходимость принятия мер по повышению онкологической настороженности в амбулаторной практике ветеринарных клиник относительно диагностики у собак злокачественных новообразований на ранних стадиях развития. Стандартными методами диагностики различные опухолевые новообразования выявлены в основном на III (17,4%) и IV (47,8%) стадиях развития – в 65,2% случаев.

За счет анализа фекалий на скрытую кровь в тест-системе CENOGENICS StoolBloodtest идентифицированы формы новообразований ранних стадий онкологических заболеваний у собак – I (13,1%) и II (21,7%), результативность диагностики опухолей в области желудочно-кишечного тракта составила 34,8%.

Таким образом, специфичность тест-системы CENOGENICS Stool Blood test при диагностике злокачественных новообразований у домашних плотоядных животных составила 85,2%, т.е. на 29,6% выше по сравнению со стандартными способами, следовательно, испытанный принцип индикации опухолей может служить дополнительным критерием целесообразности применения теста в скрининге неопластических образований у собак.

Итого по результатам исследований собак, поступивших на прием в ветеринарную клинику «ЦИТО», тестирование фекалий на скрытую кровь у этого вида плотоядных животных способствовало повышению выявляемости опухолей в области желудочно-кишечного тракта в 1,5 раза за счет возможности их диагностики на ранних стадиях развития (4,4% из числа животных патологий желудочно-кишечного тракта при диагностике с использованием тест-системы CENOGENICS Stool Blood test против 2,8% при обследовании стандартными методами).

Conclusion. The findings show that oncological pathology of the digestive organs among domestic dogs in the districts of Saratov has a constant frequency rate. Tumor diseases in domestic dogs were registered in 1.2% of individuals brought for outpatient examination at ООО NIP VLRC Volga region "CITO" within three years.

The endemic nature of tumor diseases justifies the need to take measures of increasing oncological alertness in the outpatient practice of veterinary clinics regarding the diagnosis of malignant neoplasms in dogs at early stages of development. Standard diagnostic methods revealed various neoplasms mainly at the III (17.4%) and IV (47.8%) stages of development – in 65.2% of cases. Due to the analysis of feces for hidden blood in the CENOGENICS Stool Blood test system, the forms of neoplasms of the early stages of oncological diseases in dogs were identified – I (13.1%) and II (21.7%), the effectiveness of the diagnosis of tumors in the gastrointestinal tract was 34.8%. Thus, the specificity of the CENOGENICS Stool Blood test system in the diagnosis of malignant neoplasms in domestic carnivores was 85.2%, i.e. 29.6% higher than by standard methods. Therefore, the proven principle of tumor indication can serve as an additional criterion for the expediency of use the test is used in the screening of neoplastic formations in dogs.

In total, as the results of research show, in the dogs admitted to the CITO veterinary clinic, fecal testing for the latent blood in this type of carnivorous animal increased the detection of tumors in the gastrointestinal tract by 1.5 times due to the possibility of their diagnosis in the early stages of development (4.4% of the number of animal pathologies of the gastrointestinal tract in diagnosis using the CENOGENICS Stool Blood test system against 2.8% during the examination using standard methods.

Список литературы.

1. Применение и перспективы таргетной химиотерапии при онкологии кошек и собак / Т. В. Алексеева, В. В Орлова, П. И Магомедбегова, С. А. Шевчук // Образование в России и актуальные вопросы современной науки : сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 15–18.

2. Физиологические основы диагностических и корреляционных мероприятий при желудочно-кишечной непроходимости : монография / О. А. Бучельникова, К. А. Сидорова, Н. А. Татарникова [и др.]. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2024. – 110 с.

3. Вильмис, Д. А. Ретроспективный анализ данных о распространенности злокачественных новообразований у собак и кошек / Д. А. Вильмис, Ю. Н. Меликова, А. В. Чечнева // Аграрная наука. – 2024. – Т. 8. – С. 40–45.

4. Волков, А. А. Клинико-инструментальная диагностика основных эзофагеальных и гастродуоденальных патологий у мелких домашних животных / А. А. Волков. – Саратов, 2009. – 208 с.

5. Продолжительность жизни и функциональные результаты у собак с аппендикулярной остеосаркомой после органосохраняющих операций с применением биоимплантатов / Е. А. Корнюшенко, Д. Е. Митрушкин, Д. В. Гаранин [и др.] // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 33–39.

6. Лутошкин, И. А. Влияние Е-добавок на возникновение онкологических заболеваний у собак / И. А. Лутошкин // Сборник статей XX Международной студенческой научной конференции. – Киров : ФГОУ ВО Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – Ч. 2. – С. 175–178.

7. Мелкозерова, Н. О. Результаты гистологического исследования фибросаркомы у собаки / Н. О. Мелкозерова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА : сборник. – Ижевск : Удмуртский государственный аграрный университет, 2022. – Т. 2 (15). – С. 236–239.

8. Серебренникова, М. Ю. Распространенность онкологических заболеваний у собак и кошек в Иркутске / М. Ю. Серебренникова, Д. В. Дашко // Colloquium-Journal. – 2020. – № 8-2 (60). – С. 11–13.

9. André, F. Alpelisib plus fulvestrant for PIK3CA-mutated, hormone receptor-positive, human epidermal growth factor receptor-2-negative advanced breast cancer: final overall survival results from SOLAR-1. *Ann Oncol* / F. André, E. M. Ciruelos, D. Juric. – 2021. – Vol. 32(2). – P. 208–217.

10. Analysis of tumor mutational burden: correlation of five large gene panels with whole exome sequencing / C. Heydt, J. Rehker, R. Pappesch [et al.] // *Sci Rep*. – 2020. – Vol. 10 (1). – P. 11387.

11. Lsaihati, B. A. Canine tumor mutation rate is positively correlated with TP53 mutation across cancer types and breeds / B. A. Lsaihati, K.-L. Ho, J. Watson. – 2020. – bioRxiv.

References.

1. Primenenie i perspektivy targetnoj himioterapii pri onkologii koshek i sobak / T. V. Alekseeva, V. V Orlova, P. I Magomedbegova, S. A. Shevchuk // *Obrazovanie v Rossii i aktual'nye voprosy sovremennoj nauki : sbornik statej VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – Penza : Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. – S. 15–18.

2. Fiziologicheskie osnovy diagnosticheskikh i korrelyacionnyh meropriyatij pri zheludochno-kishechnoj neprohodimosti : monografiya / O. A. Buchel'nikova, K. A. Sidorova, N. A. Tatarnikova [i dr.]. – Tyumen' : GAU Severnogo Zaural'ya, 2024. – 110 s.

3. Vil'mis, D. A. Retrospektivnyj analiz dannyh o rasprostranennosti zlokachestvennyh novoobrazovanij u sobak i koshek / D. A. Vil'mis, YU. N. Melikova, A. V. Chechneva // *Agrarnaya nauka*. – 2024. – T. 8. – S. 40–45.

4. Volkov, A. A. Kliniko-instrumental'naya diagnostika osnovnyh ezofageal'nyh i gastroduodenal'nyh patologij u melkih domashnih zhivotnyh / A. A. Volkov. – Saratov, 2009. – 208 s.

5. Prodolzhitel'nost' zhizni i funkcional'nye rezul'taty u sobak s appendikulyarnoj osteosarkomoy posle organosohranayushchih operacij s primeneniem bioimplantatov / E. A. Korniyushenkov, D. E. Mitrushkin, D. V. Garanin [i dr.] // *Sarkomy kostej, myagkih tkanej i opuholi kozhi*. – 2023. – T. 15, № 4. – S. 33–39.

6. Lutoshkin, I. A. Vliyanie E-dobavok na vzniknovenie onkologicheskikh zabolevanij u sobak / I. A. Lutoshkin // *Sbornik statej XX Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii*. – Kirov : FGOU VO Vyatskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet, 2022. – CH. 2. – S. 175–178.

7. Melkozerova, N. O. *Rezultaty gistologicheskogo issledovaniya fibrosarkomy u sobaki* / N. O. Melkozerova // *Nauchnye trudy studentov Izhevskoj GSKHA : sbornik. – Izhevsk : Udmurtskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2022. – T. 2 (15). – S. 236–239.*

8. Serebrennikova, M. YU. *Rasprostranennost' onkologicheskikh zabolevanij u sobak i koshek g. Irkutska* / M. YU. Serebrennikova, D. V. Dashko // *Colloquium-Journal. – 2020. – № 8-2 (60). – S. 11–13.*

9. André, F. *Alpelisib plus fulvestrant for PIK3CA-mutated, hormone receptor-positive, human epidermal growth factor receptor-2-negative advanced breast cancer: final overall survival results from SOLAR-1.* *Ann Oncol* / F. André, E. M. Ciruelos, D. Juric. – 2021. – Vol. 32(2). – R. 208–217.

10. *Analysis of tumor mutational burden: correlation of five large gene panels with whole exome sequencing* / C. Heydt, J. Rehker, R. Pappesch [et al.] // *Sci Rep.* – 2020. – Vol. 10 (1). – R. 11387.

11. Lsaihati, B. A. *Canine tumor mutation rate is positively correlated with TP53 mutation across cancer types and breeds* / B. A. Lsaihati, K.-L. Ho, J. Watson. – 2020. – bioRxiv.

Поступила в редакцию 31.01.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-15-22

УДК 615.32:636.085

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ ПРОБИОТИКОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Дёмкина О.В. ORCID ID 0000-0001-9303-4100, Якубик О.Л. ORCID ID 0000-0002-2569-3283

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,

г. Благовещенск, Российская Федерация

*Исследованы образцы коммерческих пробиотиков, используемых в ветеринарии для мелких домашних животных, лошадей, крупного рогатого скота и универсального назначения. Все образцы имеют недостатки, ни одного препарата, полностью соответствующего требованиям качества и безопасности, не выявлено. На этикетках имеются неточности в написании вида бактерий и микробной активности. Установлены достоверные отличия заявленных производителем состава и микробной активности и фактических. Обнаружена контаминация части пробиотиков условно-патогенной и патогенной микрофлорой. **Ключевые слова:** пробиотики, оценка качества, животные, ветеринария, бактерии.*

ASSESSMENT OF QUALITY AND SAFETY OF COMMERCIAL PROBIOTICS FOR ANIMALS

Demkina O.V., Yakubik O.L.

Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russian Federation

*Samples of commercial probiotics used in veterinary medicine for small animals, horses, cattle and general purpose were studied. All samples have shortcomings; none were found to fully comply with the quality and safety requirements. The labels contained inaccuracies in the type of bacteria and microbial activity. Significant differences between the composition and microbial activity declared by the manufacturer and the actual ones were established. Contamination of some probiotics with opportunistic and pathogenic microflora was detected. **Key-words:** probiotics, quality assessment, animals, veterinary medicine, bacteria.*

Введение. Неспорообразующие бактерии родов *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, спорообразующие бактерии рода *Bacillus*, дрожжи рода *Saccharomyces* активно применяются в ветеринарии, кормлении и научных целях. Актуально в настоящий момент использование микроорганизмов для коррекции резистентности теплокровных организмов к различным патогенам [1, 2]. Пробиотики в ветеринарии и зоотехнии относятся к кормовым добавкам, а не к лекарственным средствам, и контроль за их производством минимальный [3]. Большинство выпускаемых пробиотиков с полимикробным составом, где часто комбинируются спорообразующие микроорганизмы и неспорообразующие. Это создает некоторые трудности в соблюдении сроков использования и хранения и требует от производителя особых технологических условий при производстве качественного продукта с многовидовым составом [4]. При анализе микробиологической активности таких продуктов отмечается значительная вариативность, что может ставить под сомнение результаты экспериментов и терапевтическую эффективность [5]. Проблема контроля за качеством коммерческих пробиотических продуктов остро стоит во многих странах и вызывает озабоченность ветеринарных врачей [6, 7].

Цель исследований: провести постмаркетинговое изучение точности маркировки, бактериального состава и безопасности некоторых пробиотиков, используемых в ветеринарии и реализуемых в различных оптовых и розничных точках.

Материалы и методы исследований. В розничных и оптовых ветеринарных аптеках были рандомизировано закуплены 15 видов пробиотических продуктов разных производителей. При покупке тщательно изучалась маркировка (производитель, дата выработки, срок годности, бактериальный состав, количество жизнеспособных микроорганизмов, дозировка, спектр при-

менения). Обращали внимание на целостность и герметичность упаковки. При составлении дизайна исследований мы придерживались руководства по оценке эффективности пробиотических кормовых добавок для животных [8] и рекомендаций по определению общей и специфической активности пробиотиков [9].

Для подтверждения вида и жизнеспособных бактерий в 1 г исследуемой пробы каждого образца в асептических условиях содержимое упаковок пересыпали в стерильную пробу вместимостью 250 мл, добавляли 100 мл 0,9% стерильного раствора хлорида натрия и перемешивали путем энергичного встряхивания в течение 10 минут, получая разведение 10^{-2} . Дальнейшие этапы включали ряд методов. Метод последовательных десятикратных разведений испытуемого образца использовали для уменьшения концентрации микроорганизмов и их удобного подсчета в питательной среде. Затем был использован глубинный чашечный метод посева из двух последних разведений. По 1 мл микробной суспензии стерильной пипеткой вносили в чашку Петри, в которую после добавляли питательную среду (МПА, кровяной агар, висмут-сульфит агар, среды Плоскирева, Левина, Сабуро, Чапека, а также среды с добавлением дрожжевого экстракта и молочной сыворотки). Глубинный чашечный метод использовали для подсчета жизнеспособных клеток и идентификации вида. Посевы инкубировали при температуре 37-38°C в течение 24 часов. Исследования каждого пробиотического продукта проводили в двух повторениях. Двукратный объем повторений был выбран в соответствии с рекомендациями по работе с пробиотическими продуктами, что позволяет получить достоверные данные, минимизируя влияние случайных ошибок. Контрольных положительных образцов с известным составом и количеством жизнеспособных клеток не было, так как исследование направлено на оценку конкретных пробиотических продуктов, а не на сравнение с контрольной группой. В качестве отрицательного контроля использовали стерильный раствор хлорида натрия (0,9%), который подвергался аналогичным этапам разведения и посева на питательные среды. Это позволило убедиться в отсутствии загрязнений питательных сред и оборудования. Активность микроорганизмов определяли в колониеобразующих единицах (КОЕ). Подсчет колониеобразующих единиц на питательной среде в чашках Петри осуществляли методами общей микробиологии [10]. Общее микробное число (ОМЧ) рассчитывали как среднее количество колоний, выросших на МПА в чашках Петри, умноженное на коэффициент разведения. Видовую идентификацию микроорганизмов осуществляли по определителю бактерий Берджи (1997) и определителю патогенных и условно-патогенных грибов (Саттон Д., 2001). Бактериальную идентификацию полученных культур проводили в несколько этапов, которые включали первичную классификацию на грамм-положительные и грамотрицательные бактерии, оценку формы и расположения клеток, биохимические тесты (ферментация углеводов и продукция ферментов), способность к спорообразованию, подвижность клеток. После получения всех данных было проведено сопоставление характеристик с табличными данными определителя для видовой идентификации. Грибковая флора исследовалась по алгоритму определителя. При микроскопировании анализировали форму и размер спор, строения мицелия, наличия септ и других структур. Культуральная морфология включала в себя характеристику роста колоний на различных питательных средах. Цвет определяли по обратной стороне колоний на питательных средах. В качестве биохимических тестов использовали реакции расщепления и ферментации углеводов. Для идентификации видов полученные показатели сравнивали с ключами определителя.

Полученные результаты обрабатывались с помощью описательной статистики в программе AtteStat.

Результаты исследований. Один продукт был рекомендован производителем в качестве добавки для крупного рогатого скота, три – для лошадей, пять – для собак и кошек, шесть заявлены как универсальные, для всех видов животных. Пробиотики для кошек и собак не различались по бактериальному составу и микробной активности. Скорее всего, такое разделение – это маркетинговый ход производителя. Из 15 пробиотиков 13 произведены в виде сыпучих порошков, один в таблетированной форме, один - в виде жидкой суспензии. Производители используют 12 видов бактерий и один вид дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Бактерии видов *Bacillus subtilis* и *Bacillus amyloliquefaciens* – спорообразующие. Не образуют спор *Enterococcus faecium*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium globosum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium licheniformis*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*. Самый популярный микробный компонент, используемый в производстве пробиотиков, – *B. subtilis*. Этот вид заявлен в составе 33% исследуемых нами 15 продуктах (рисунок 1).

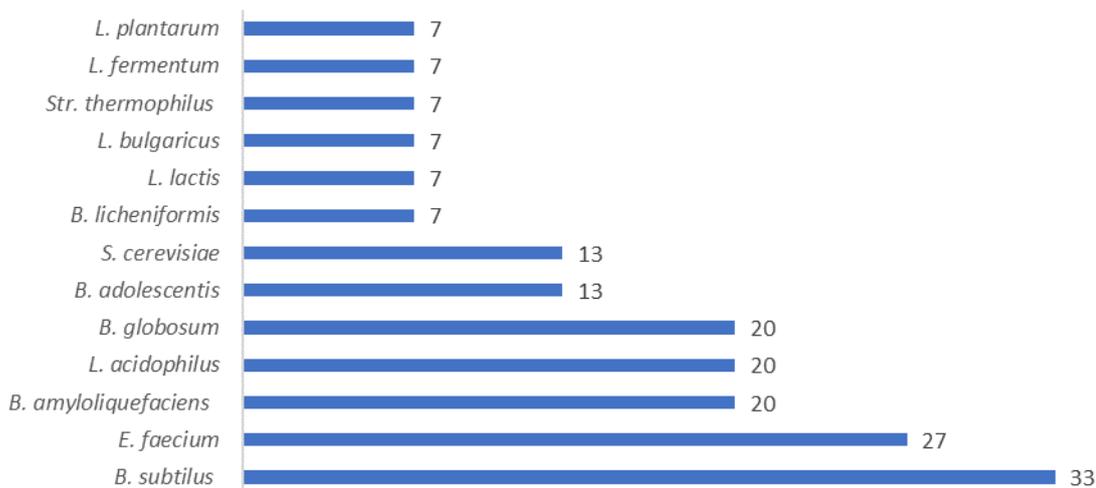
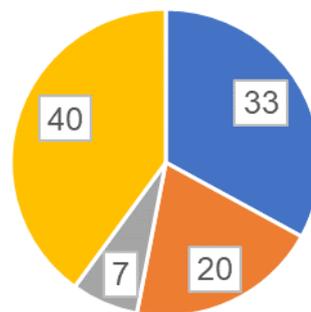
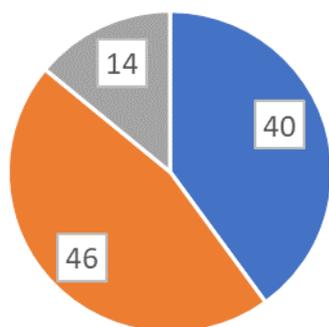


Рисунок 1 – Предпочтения производителей при выборе микробных компонентов для пробиотических продуктов, %

По заявленному составу пробиотики можно было разделить на монокомпонентные (содержащие только *B. subtilis*, *B. Amyloliquefaciens* или *E. faecium*), поликомпонентные (содержащие в различных комбинациях *L. acidophilus*, *E. faecium*, *B. adolescentis*, *B. subtilis*, *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L. lactis*, *L. bulgaricus*, *S. cerevisiae*, *B. globosum*, *B. amyloliquefaciens*), комбинированные, в которых помимо бактериальных культур были заявлены пребиотики, травяные сборы и витамины. Наполнителями выступали сахароза, лактоза, отруби, зерновая крупка. Большинство исследованных нами пробиотиков имели полимикробный состав (рисунок 2).

состав пробиотиков

назначение пробиотиков



- однокомпонентные
- поликомпонентные
- комбинированные

- для собак и кошек
- для лошадей
- для крупного рогатого скота
- универсальные

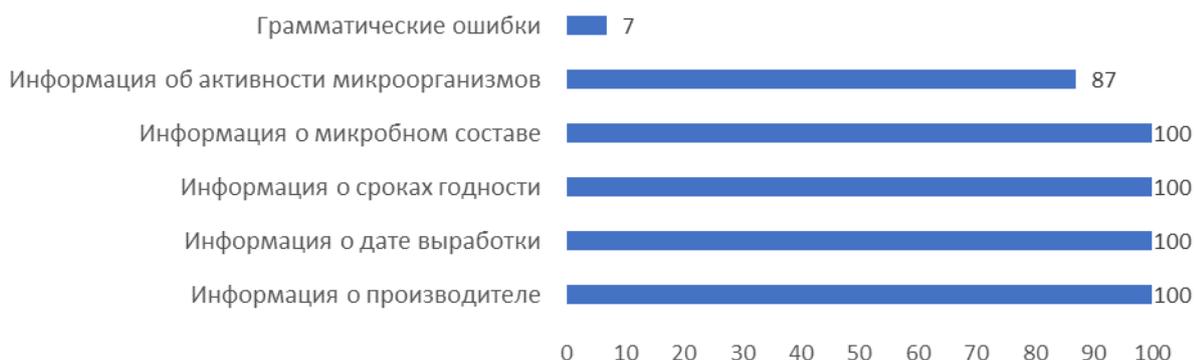
Рисунок 2 – Характеристики исследуемых пробиотических продуктов, %

Заявленный микробиологический состав пробиотиков в зависимости от назначения имел отличия. В пробиотиках для мелких домашних животных использовались всего три вида бактерий, причем *E. faecium* – в монокомпоненте. Самый широкий видовой спектр отмечен в пробиотических продуктах, изготовленных специально для применения лошадям (таблица 1).

Таблица 1 – Микробные компоненты, заявленные в составах пробиотиков

| Назначение | Микробиологический состав |
|-----------------------------|---|
| для собак и кошек | <i>E. faecium</i> <i>L. acidophilus</i> <i>B. adolescentis</i> |
| для лошадей | <i>L. lactis</i> <i>L. bulgaricus</i> <i>Str. thermophilus</i> <i>B. globosum</i> <i>E. faecium</i> <i>B. subtilis</i> <i>S. cerevisiae</i> |
| для крупного рогатого скота | <i>L. fermentum</i> <i>L. plantarum</i> <i>S. cerevisiae</i> |
| универсальные | <i>E. faecium</i> <i>B. subtilis</i> <i>B. globosum</i> <i>B. licheniformis</i> <i>B. subtilis</i> <i>B. amyloliquefaciens</i> |

Информация о производителе, сроке годности и дате выработки присутствовала на всех этикетках. Также на всех этикетках и в инструкциях к препаратам была информация о микробном составе с написанием вида микроорганизма на латинском языке. На этикетке одного продукта были указаны несуществующие микроорганизмы [*L. Thermophyilus*], видимо, имелся в виду *Streptococcus thermophilus*, тогда отметим еще и присутствие грамматической ошибки в написании вида. Ожидаемое количество жизнеспособных микроорганизмов в 1 г было указано не на всех продуктах. В трех случаях было только указание о наличии в составе бактерий и дрожжей без указания их количества. На этикетке у четырех поликомпонентных и комбинированных пробиотиков были обозначены виды микроорганизмов, но микробная активность каждого вида не указана, дана информация об общем КОЕ/г. В связи с этим невозможно рассчитать точную дозу пробиотика по микробному компоненту на конкретное животное для каких-либо целей. У двух продуктов ни в инструкции, ни на этикетке информацию о микробной активности мы не обнаружили совсем (рисунок 3).

**Рисунок 3 – Точность маркировки исследуемых пробиотических продуктов, %**

После исследований маркировки и форм продуктов был проведен ряд культуральных тестов. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Микробиологическая оценка пробиотических продуктов

| № | Информация на упаковке | | Фактический состав | | Фактическая активность, % |
|----|--|---|--|---|---------------------------|
| | микроорганизмы | КОЕ/г | микроорганизмы | КОЕ/г | |
| 1 | <i>Bacillus subtilis</i> | 10 ⁹ | <i>Bacillus subtilis</i> <i>Aspergillus spp.</i> | 10 ⁸ + | 88,8 |
| 2 | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | 10 ⁶ | <i>Bacillus subtilis</i> | 10 ⁸ | 133,3 |
| 3 | <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | 10 ⁶ 10 ⁶ | <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | 10 ⁸ 10 ⁸ | 133,3 133,3 |
| 4 | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> | 10 ⁶ | <i>Bacillus subtilis</i> | 10 ⁸ | 0 |
| 5 | <i>Enterococcus faecium</i> (для кошек) | 10 ¹² | <i>Enterococcus faecium</i> | 10 ⁹ | 75 |
| 6 | <i>Enterococcus faecium</i> (для собак) | 10 ¹² | <i>Enterococcus faecium</i> | 10 ⁹ | 75 |
| 7 | <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Bifidobacterium adolescentis</i> (для кошек) | 1 млн/КОЕ 80 млн/КОЕ | <i>Lactobacillus acidophilus</i> | 10 ⁶ | 100 0 |
| 8 | <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Bifidobacterium adolescentis</i> (для собак) | 1 млн/КОЕ 80 млн/КОЕ | <i>Lactobacillus acidophilus</i> | 10 ⁶ | 100 0 |
| 9 | <i>Bifidobacterium globosum</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> | общее количество 1x10 ⁶ | стерильно | - | - |
| 10 | <i>Bifidobacterium licheniformis</i> <i>Bacillus subtilis</i> | общее количество 2x10 ⁷ | <i>Bifidobacterium globosum</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Enterococcus faecium</i> | 10 ⁶ 10 ⁶ 10 ⁶ | 0 85,7 |
| 11 | <i>Enterococcus faecium</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bifidobacterium globosum</i> | 2x10 ⁸ 1x10 ⁷ 2x10 ⁹ | <i>Proteus vulgaris</i> | + | 0 0 0 |
| 12 | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Нет данных | <i>Bacillus subtilis</i> <i>Aspergillus spp.</i> <i>Candida cruzei</i> <i>Escherichia coli</i> геомолитич. | 10 ⁶ + + + | 0 |
| 13 | <i>L. lactis</i> <i>L. bulgaricus</i> [<i>L. Thermophilus</i>] | общее количество 1,2x10 ⁸ | <i>Lactobacillus acidophilus</i> | 10 ⁶ | 0 0 0 |
| 14 | <i>Bifidobacterium globosum</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>Bacillus subtilis</i> | Нет данных | стерильно | - | - |
| 15 | <i>L. fermentum</i> <i>L. plantarum</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | общее количество 2x10 ¹⁰ 10 ⁹ | <i>Lactobacillus fermentum</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> | 10 ⁶ 10 ⁶ | 60 0 66,6 |

При исследовании всех образцов выявили расхождения между заявленным и фактическим содержанием микроорганизмов. Три пробиотика, у которых на маркировке были указаны конкретные сведения о составе и количестве жизнеспособных микроорганизмов, соответствовали указанному на этикетке и в инструкции составу, но показатель КОЕ превышал заявленные производителем (133,3%). Только в двух продуктах фактическая активность *L. acidophilus* соответствовала указанной производителем, но второй бактериальный компонент роста не показал. Активность других микроорганизмов, которые дали рост на питательных средах, колебалась в

пределах 60-88,8%. В шести пробиотиках заявленные микроорганизмы отсутствовали совсем, то есть мы имеем препарат «пустышку». Для исключения ошибки посева повторили, но такие же результаты были получены в дополнительных двух повторениях. В шести продуктах КОЕ было меньше, чем обозначено на упаковке. В четырех поликомпонентных продуктах присутствовал лишь один вид из заявленных трех-четырёх видов микроорганизмов. В трех пробиотических продуктах при посевах были идентифицированы совершенно другие виды микроорганизмов, чем были заявлены на этикетке.

Проблема загрязненности продуктов условно-патогенной и патогенной микрофлорой обнаружилась в трех продуктах. В одной пробе отсутствовал рост заявленных бактерий, но показал рост условно-патогенный вид *Proteus vulgaris*, который можно рассматривать как показатель загрязнения объекта органикой. В двух продуктах обнаружен рост гриба рода *Aspergillus*, в одной пробе помимо аспергилла показал рост еще один гриб *Candida cruzei* и гемолитическая *Escherichia coli*.

Математический анализ полученных данных применяли для установления достоверности различия культуральных свойств исследованных образцов. Для удобства расчетов мы перевели концентрацию КОЕ из абсолютных величин в логарифмические. Из 15 пробиотических продуктов сформировали две выборки активности микроорганизмов, входящих в состав каждого продукта. Размер каждой выборки равен 24 (таблица 3).

Таблица 3 – Статистическая обработка результатов исследования культуральных свойств микроорганизмов

| Статистические показатели | Данные расчетов | |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|
| | заявленная активность, lg (КОЕ/г) | фактическая активность, lg (КОЕ/г) |
| Среднее, μ | 7,75 | 3 |
| Доверительный интервал 95%, нижний-верхний | 6,96-8,53 | 1,42-4,57 |
| Среднеквадратичное отклонение, σ | 1,84 | 3,74 |
| Доверительный интервал 95%, нижний-верхний | 1,43-2,59 | 2,88-5,21 |
| Критерий Манна-Уитни (U-тест) | 102 | |
| Зона значимости, $p < 0,01$ | 174 | |
| Зона незначимости, $p < 0,05$ | 207 | |

Очевидна разница между заявленной и фактической активностью микроорганизмов, она достигает 2,6 раз по значениям средней. Неоднородность показателей фактической активности характеризует значение среднеквадратичного отклонения, которое больше, чем в выборке заявленной активности. Достоверность различий между двумя группами выборки подтверждали с помощью критерия Манна-Уитни. Полученное значение лежит в зоне значимости, следовательно, различия между заявленной активностью микробных компонентов пробиотиков с фактической достоверны.

Заключение. Наши исследования затронули лишь небольшую часть пробиотических продуктов, производимых и реализуемых для животных. Из всех исследованных образцов не выявили ни одного, в котором бы заявленный микробный состав и активность на 100% соответствовал фактическому. Претензии к производителям начинаются уже с маркировки. Присутствуют грамматические ошибки, заявленные микроорганизмы не соответствуют тем, которые действительно находятся в продукте, активность КОЕ меньше или больше заявленного или жизнеспособные микроорганизмы в продукте отсутствуют совсем. Это вводит потребителя в заблуждение, потому что планируется получить определенный результат от применения бактериальных препаратов. Отсутствие или недостаточная жизнеспособность микроорганизмов в продукте может быть связана с различной устойчивостью бактерий к факторам внешней среды. Спорообразующие бактерии сохраняют активность более длительное время, в отличие от неспорообразующих. Но все исследуемые нами продукты были с нормальным сроком годности. Производитель должен знать об особенностях различных микроорганизмов и корректировать установление сроков годности так, чтобы потребитель получал продукт с достаточной микробной активностью, сохраняющуюся на протяжении всего срока годности. Это в основном касается полимикробных пробиотических продуктов, когда из всех заявленных на этикетке микроорганизмов жизнеспособны лишь *B. subtilis*. Также возникают вопросы к соблюдению ветеринарно-санитарных норм при производстве данных продуктов. Настораживает обнаружение условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, что свидетельствует о контаминации продукта на одной из стадий производственного процесса. Такие продукты небезопасны для применения.

Таким образом, неоднозначное качество представленных на рынке ряда пробиотиков и пробиотических продуктов для животных говорит о ненадлежащем контроле качества производства, условий хранения и маркировки. Все эти недостатки могут привести к некорректным результатам научных экспериментов и отсутствию терапевтического эффекта. Однако, основными ограничениями исследования являются недостаточная выборка продуктов, использование только культуральных методов идентификации микроорганизмов и отсутствие оценки функциональной активности пробиотиков *in vivo*. Будущие исследования с более широкой выборкой, включением молекулярных методов анализа и моделированием условий желудочно-кишечного тракта позволят углубить понимание качества и эффективности пробиотических продуктов, реализуемых на рынке для применения животным.

Conclusion. Our research covered only a small part of probiotic products produced and marketed for animals. Of all the samples tested, none was found with the declared microbial composition and activity corresponding to 100% of the actual microbial composition and activity. Errors begin from the labelling. There are grammatical errors, declared microorganisms do not correspond to those that are actually in the product, CFU activity is less or more than declared or viable microorganisms are not present in the product at all. This mainly concerns polymicrobial probiotic products, when only *B. subtilis* is viable out of all microorganisms declared on the label. There are also questions about compliance with veterinary and sanitary norms in the production of these products. The detection of opportunistic and pathogenic microorganisms is alarming, which indicates contamination of the product at one of the stages of the production process. Such products are unsafe for use.

Thus, the ambiguous quality of a number of probiotics and probiotic products for animals on the market indicates inadequate quality control of production, storage conditions and labelling. All these shortcomings may lead to incorrect results of scientific experiments and lack of therapeutic effect.

Список литературы.

1. *Bacillus subtilis* strain engineered for treatment of soil-transmitted helminth diseases / Y. Hu, M. M. Miller, A. I. Derman [et al.] // *Appl Environ Microbiol.* – 2013. – Sep, 79(18). – P. 5527–32. – doi: 10.1128/AEM.01854-13.
2. La Fata, G. Probiotics and the Gut Immune System: Indirect Regulation / G. La Fata, P. Weber, V.N. Mohajeri // *ProbioticsAntimicrobProteins.* – 2018. – Mar, 10(1). – P. 11–21. – doi: 10.1007/s12602-017-9322-6.
3. К вопросу разработки стандартов качества на иммунобиологические лекарственные средства – пробиотики / И. Г. Осипова, В. Ф. Евлашкина, И. В. Сакаева, Е. И. Саканян // *Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертизалекарственных средств.* – 2013. – № 3. – С. 55–59.
4. Grumet, L. The Development of High-Quality Multispecies Probiotic Formulations: From Bench to Market / L. Grumet, Y. Tromp, V. Stiegelbauer // *Nutrients.* – 2020. – Aug, 15;12(8). – P. 2453. – doi: 10.3390/nu12082453.
5. Microbial Variability of Commercial Equine Probiotics / A. Berreta, C. R. Burbick, T. Alexander [et al.] // *J Equine Vet Sci.* – 2021. – Nov, 106. – P. 103728. – doi: 10.1016/j.jevs.2021.103728.
6. Kolaček, S. Commercial Probiotic Products: A Call for Improved Quality Control. A Position Paper by the ESPGHAN Working Group for Probiotics and ESPGHAN Working Group for Probiotics and Prebiotics / S. Kolaček // *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* – 2017. – Jul, 65(1). – P. 117–124. – doi: 10.1097/MPG.0000000000001603.
7. da Silva, T. F. Unlocking the Potential of Probiotics: A Comprehensive Review on Research, Production, and Regulation of Probiotics / T. F. da Silva // *Probiotics Antimicrob Proteins.* – 2024. – Mar 28. – doi: 10.1007/s12602-024-10247-x.
8. Lahrssen, M. Efficacy of probiotic feed additives: guidelines for the evaluation of the efficiency of microorganisms in dogs, cats, and horses / M. Lahrssen, J. Zentek // *Dtsch Tierarztl Wochenschr.* – 2002. – Jan, 109(1). – P. 22–5.
9. Определение специфической активности пробиотиков // Государственная фармакопея Российской Федерации / Фармакопейный комитет Минздрава РФ. – 2015. – Т. II.
10. Методики клинических лабораторных исследований: справочное пособие: в 3 т. / под редакцией В. В. Меньшикова. – Москва : Лабора, 2009. – Т. 3 : Клиническая микробиология, бактериологические исследования, микологические исследования, паразитологические исследования, инфекционная иммунодиагностика, молекулярные исследования в диагностике инфекционных заболеваний. – 879 с.

References.

1. *Bacillus subtilis* strain engineered for treatment of soil-transmitted helminth diseases / Y. Hu, M. M. Miller, A. I. Derman [et al.] // *Appl Environ Microbiol.* – 2013. – Sep, 79(18). – R. 5527–32. – doi: 10.1128/AEM.01854-13.
2. La Fata, G. Probiotics and the Gut Immune System: Indirect Regulation / G. La Fata, P. Weber, V.N. Mohajeri // *ProbioticsAntimicrobProteins.* – 2018. – Mar, 10(1). – R. 11–21. – doi: 10.1007/s12602-017-9322-6.
3. К вопросу разработки стандартов качества на иммунобиологические лекарственные средства – пробиотики / И. Г. Осипова, В. Ф. Евлашкина, И. В. Сакаева, Е. И. Саканян // *Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертизалекарственных средств.* – 2013. – № 3. – С. 55–59.

4. Grumet, L. The Development of High-Quality Multispecies Probiotic Formulations: From Bench to Market / L. Grumet, Y. Tromp, V. Stiegelbauer // *Nutrients*. – 2020. – Aug, 15;12(8). – R. 2453. – doi: 10.3390/nu12082453.

5. Microbial Variability of Commercial Equine Probiotics / A. Berreta, C. R. Burbick, T. Alexander [et al.] // *J Equine Vet Sci*. – 2021. – Nov, 106. – R. 103728. – doi: 10.1016/j.jevs.2021.103728.

6. Kolaček, S. Commercial Probiotic Products: A Call for Improved Quality Control. A Position Paper by the ESPGHAN Working Group for Probiotics and ESPGHAN Working Group for Probiotics and Prebiotics / S. Kolaček // *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. – 2017. – Jul, 65(1). – R. 117–124. – doi: 10.1097/MPG.0000000000001603.

7. da Silva, T. F. Unlocking the Potential of Probiotics: A Comprehensive Review on Research, Production, and Regulation of Probiotics / T. F. da Silva // *Probiotics Antimicrob Proteins*. – 2024. – Mar 28. – doi: 10.1007/s12602-024-10247-x.

8. Lahrssen, M. Efficacy of probiotic feed additives: guidelines for the evaluation of the efficiency of microorganisms in dogs, cats, and horses / M. Lahrssen, J. Zentek // *Dtsch Tierarztl Wochenschr*. – 2002. – Jan, 109(1). – R. 22–5.

9. Opređenje specifičnosti aktivnosti probiotika // Gosudarstvennaya farmakopeya Ros-sijskoj Federacii / Farmakopejnyj komitet Minzdrava RF. – 2015. – T. II.

10. Metodiki kliničeskijh laboratornyh issledovanij: spravocnoe posobie: v 3 t. / pod redakcij V. V. Men'shikova. – Moskva : Labora, 2009. – T. 3 : Kliničeskaya mikrobiologiya, bakteriologičeskie issledovaniya, mikologičeskie issledovaniya, parazitologičeskie issledovaniya, infekcionnaya immunodiagnostika, molekulyarnye issledovaniya v diagnostike infekcionnyh zabolevanij. – 879 s.

Поступила в редакцию 15.07.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-22-27

УДК 619:616.24-002

ОЦЕНКА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «АКВАВЕТ» ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЕЛЯТ С ДИАРЕЙНЫМ СИНДРОМОМ

Ковзов В.В. ORCID ID 0000-0003-1342-8850, Красочко П.П. ORCID ID 0000-0003-3309-0666

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

В результате проведенных исследований установлено, что ветеринарный препарат «АКВАВЕТ», предназначенный для лечения молодняка крупного рогатого скота при диспепсии, абомазоэнтерите, колибактериозе, сальмонеллезе, протеезе и других бактериальных инфекциях желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся диареей, осложненной или неосложненной дегидратацией и интоксикацией организма, обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при комплексном лечении телят молозивно-молочного периода с болезнями органов пищеварения 92%. Препарат вписывается в технологию ветеринарных мероприятий, не дает осложнений, способствует повышению сохранности телят. **Ключевые слова:** АКВАВЕТ, телята, диарейный синдром, комплексная терапия.

EVALUATION OF THERAPEUTIC EFFICACY OF A NEW VETERINARY DRUG 'AQUAVET' IN TREATMENT OF CALVES WITH DIARRHEAL SYNDROME

Kovzov V.V., Krasochko P.P.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

As a result of the studies, it was established, that the veterinary drug 'AQUAVET' intended for the treatment of young cattle with dyspepsia, abomasoenteritis, colibacillosis, salmonellosis, proteosis and other bacterial infections of the gastrointestinal tract accompanied by diarrhea, complicated or uncomplicated dehydration and intoxication of the body). The drug has a high therapeutic efficacy, which amounts to 92% in a complex treatment of calves with the digestive organs disorders at the colostrum-milk period. The drug fits into the technology of veterinary measures, does not cause complications, and helps increasing the survival rate of calves. **Keywords:** 'AQUAVET', calves, diarrheal syndrome, complex therapy.

Введение. Болезни телят бактериального происхождения наносят значительный экономический ущерб животноводству Республики Беларусь. Диарея у телят в основном протекает в виде смешанных инфекций. При смешанных инфекциях трудно определить ведущую роль того или иного инфекционного агента, который выделяется от больных животных. Существенное значение в развитии диарейных заболеваний играют микотоксикозы и нарушения кормления [1, 7].

Диспепсия (диарея) – это острое заболевание новорожденного молодняка, проявляющееся расстройством пищеварения, развитием дисбактериоза, приобретенной иммунной недостаточностью, нарушением обмена веществ, обезвоживанием и интоксикацией. Чаще болеет новорожденный молодняк, особенно телята и поросята [2, 4]. Абомазоэнтерит - одно из наиболее

часто встречающихся заболеваний органов пищеварения у молодняка крупного рогатого скота, характеризующееся воспалением сычуга и кишечника, сопровождающееся нарушением пищеварения, интоксикацией и обезвоживанием организма [7].

В этиопатогенезе массовых абомазоэнтеритов и диспепсии телят основная роль принадлежит ассоциации вирусов и бактерий. Вирусы, размножаясь в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, вызывают дистрофию, некроз и десквамацию клеток эпителия, что способствует колонизации и проникновению в кровь патогенных бактерий или их метаболитов и развитию тяжелых патологических процессов [5, 10].

Ведущей причиной диарейных патологий телят являются инфекционные агенты, в том числе вирусы, простейшие и грибки, вирулентность которых повышается на фоне различных неблагоприятных условий кормления и содержания. При вирусных диареях наряду с воспалением желудочно-кишечного тракта, дистрофическими и дисциркуляторными процессами во внутренних органах обнаруживаются структурные изменения в органах иммунной системы, которые приводят к развитию иммунодефицита [1, 4].

Из бактериальных агентов, вызывающих диарею или осложняющих вирусные инфекции, это патогенные эшерихии, сальмонеллы, клостридии, цитробактерии, энтерококки, стрептококки, псевдомонасы, кампилобактерии и другие микроорганизмы [7, 10].

Основным путем заражения при диарейных патологиях телят является алиментарный. Чаще всего в организм возбудители попадают в первые часы после рождения. Источником возбудителей инфекционных желудочно-кишечных болезней телят и поросят являются больные и переболевшие животные, выделяющие патогены во внешнюю среду.

Телята, переболевшие вирусной и бактериальной диареей, сильно отстают в росте, восстанавливают свою первоначальную массу к 20-30-дневному возрасту, но потенциал роста у них еще длительное время снижен, что обуславливает потерю до 20% будущей мясной продуктивности. Телята, переболевшие диареей, в дальнейшем, как правило, подвержены респираторной патологии [2, 6].

В настоящее время для лечения данных болезней используется значительное количество антимикробных препаратов, обладающих различной степенью эффективности. Лечение больных животных должно быть комплексным с учетом тяжести клинического проявления болезни. Патогенетическая терапия при этом направлена на ликвидацию обезвоживания, токсикоза, приобретенного иммунного дефицита, снятия спазма и болей, восстановления кровообращения и нормального микробиоценоза желудочно-кишечного тракта [6, 8].

Для борьбы с обезвоживанием при легком течении заболевания применяют оральный способ регидратации. С этой целью используют изотонические растворы электролитов [3, 8]. Многие используемые в животноводстве лекарственные средства закупаются за рубежом, имеют высокую стоимость, что в конечном итоге сказывается на себестоимости животноводческой продукции. В этих условиях актуальной является разработка и выпуск отечественных препаратов, нормализующих процессы восстановления водно-электролитного баланса у животных, а также обладающих широким спектром противомикробного действия [9, 10].

Целью настоящей работы является определение эффективности нового ветеринарного препарата «АКБАВЕТ» (опытный образец).

Задача исследований: определить эффективность ветеринарного препарата «АКБАВЕТ» при лечении телят с диарейным синдромом в условиях сельскохозяйственного предприятия.

Материалы и методы исследований. Ветеринарный препарат «АКБАВЕТ» производства унитарного предприятия «Витебский завод ветеринарных препаратов» представляет собой порошок от белого до светло-желтого цвета. В 1 г препарата содержится: натрия хлорида и калия хлорида – 0,18 г, сульфадимидина – 8 мг, триметоприма – 1,6 мг, вспомогательные вещества (декстрозы моногидрат, кавелос (диоксид кремния), ванилин) – до 1 г. Препарат выпускают в пакетах из полиэтиленовой пленки и пластиковых контейнерах, номинальной массой 100 и 200 г.

Сульфадимидин и триметоприм, входящие в состав препарата, проявляют бактерицидное действие в отношении грамотрицательных (*Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Proteus spp.*, *Campylobacter spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pasteurella spp.*, *Haemophilus spp.*, *Actinobacillus spp.*, *Brucella spp.*) и грамположительных бактерий (*Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Corynebacterium spp.*), а также против эймерий, хламидий.

Сульфадимидин является сульфаниламидом короткого действия. Механизм действия обусловлен нарушением синтеза фолиевой кислоты посредством конкурентного замещения парааминобензойной кислоты.

Триметоприм является производным диаминопиримидина, который обратимо ингибирует дигидрофолатредуктазу бактерий, нарушает синтез тетрагидрофолиевой кислоты из дигидрофолиевой, образование пуриновых и пиримидиновых оснований, нуклеиновых кислот, подавляя рост и размножение микроорганизмов.

Сульфадимидин и триметоприм проявляют синергетическое действие, тем самым расширяя спектр антимикробной активности, включая микрофлору, устойчивую ко многим противомикробным препаратам.

Благодаря наличию ионов натрия, калия, хлора препарат восстанавливает водно-электролитный баланс организма животного, нарушенный при обезвоживании.

Натрия хлорид участвует в минеральном обмене веществ, поддерживает осмотическое равновесие и активизирует обмен веществ. Калия хлорид обеспечивает нормализацию деятельности сердца и гладкой мускулатуры кишечника, а глюкоза способствует всасыванию натрия из кишечника, вместе с которым всасывается и вода.

Препарат хорошо всасывается в желудочно-кишечном тракте и быстро распределяется по организму.

Сульфадимидин и триметоприм метаболизируются в печени и выводятся из организма в основном почками. Небольшая часть триметоприма выделяется в нативном виде.

По степени воздействия на организм препарат в соответствии с ГОСТ 12.1.007 относится к четвертому классу опасности - вещества малоопасные.

Препарат применяют для лечения молодняка крупного рогатого скота до 75-дневного возраста при диспепсии, абомазоэнтерите, колибактериозе, сальмонеллезе, протеозе и других бактериальных инфекциях желудочно-кишечного тракта, сопровождающиеся диареей, осложненной или неосложненной дегидратацией и интоксикацией организма.

Препарат вводят телятам до 75-дневного возраста перорально по 100 г на животное (2 г препарата на 1 кг массы тела животного) один-два раза в сутки в течение 2-3 дней. Суточная доза составляет 200 г на животное.

При тяжелых случаях течения заболеваний суточная доза может быть увеличена до 300 г на животное.

Перед применением одну дозу (100 г) препарата тщательно перемешивают с 1,5-2 литрами теплой (35-40 °С) кипяченой воды.

После тщательного перемешивания разведенный препарат выпаивают из сосковой поилки, периодически встряхивая ее содержимое. При выпойке из ведер необходимо периодически перемешивать раствор для предотвращения оседания компонентов препарата и следить за полнотой выпаивания. Разбавленный в воде препарат необходимо использовать в течение 20 минут.

Во время применения препарата исключают выпойку животным молока и ЗЦМ.

В рекомендуемых дозах препарат не вызывает побочных явлений. У животных с повышенной индивидуальной чувствительностью возможно возникновение аллергических реакций, в этом случае препарат отменяют и назначают антигистаминные препараты и препараты кальция, обильное питье. При необходимости проводят симптоматическое лечение.

Противопоказано применение препарата животным с повышенной индивидуальной чувствительностью к компонентам препарата. Не применяют препарат животным с тяжелыми нарушениями функции почек и печени.

Противопоказано совместное применение препарата с лекарственными препаратами, содержащими производные парааминобензойной кислоты (новокаин, анестезин), препаратами серы (натрия тиосульфат и унитиол). Не применяют препарат животным с развитым рубцовым пищеварением.

Убой животных на мясо разрешается не ранее чем через 7 суток после последнего применения препарата. Мясо животных, вынужденно убитых до истечения указанного срока, может быть использовано для кормления плотоядных животных.

Для испытаний эффективности ветеринарного препарата «АКВАВЕТ» в условиях Агрокомплекса «Возрождение» ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» было сформировано две группы по 25 телят с клиническими признаками желудочно-кишечных болезней (диарея, жидкий кал, снижение аппетита и подвижности). Формирование групп осуществляли по принципу условных аналогов. Диагноз устанавливали с учетом анамнеза, клинической картины заболевания и бактериологических исследований.

Перед началом опыта от больных животных был отобран биологический материал (мазки из прямой кишки телят) и подвергнут бактериологическому исследованию с целью выявления патогенной микрофлоры и определения ее чувствительности к антибактериальным препаратам. Для этого руководствовались Методическими рекомендациями по получению накопительных и чистых культур бактерий в ветеринарных диагностических лабораториях. (Утв. ГУВ МСХ и П РБ 03.03.2008 № 10-1-5/134) и Методическими рекомендациями по постановке тестов ингибирования роста бактерий, выделенных в ветеринарных лабораториях при диагностике болезней животных (Утв. ГУВ МСХ и П РБ 03.03.2008 № 10-1-5/131). Идентификацию микроорганизмов проводили с использованием автоматического микробиологического анализатора «Vitek 2 Compact» (Biomereux, Франция).

В схему терапевтических мероприятий для телят первой опытной группы был включен препарат «АКВАВЕТ», который использовали в качестве средства этиотропной и патогенетической терапии и применяли внутрь, в суточной дозе 200 г на животное в течение 3 суток. Телят

второй опытной группы обрабатывали препаратом–аналогом («Реплевак Оптима», производства ООО «Белэкотехника»), согласно инструкции.

Определение эффективности ветеринарного препарата «АКВАВЕТ» проведено комиссионно специалистами УО ВГАВМ при участии ветеринарных специалистов в Агрокомплексе «Возрождение» ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» Витебского района Витебской области на телятах молозивно-молочного периода.

Изучение терапевтической эффективности препарата выполнялось на фоне принятых в хозяйстве технологии выращивания животных, условий кормления, содержания, а также схем ветеринарных мероприятий. Испытания проведены в сравнении с базовыми схемами лечения, применяемыми в сельскохозяйственном предприятии.

Определение терапевтической эффективности препаратов проводили по результатам клинических обследований, сроков лечения и сроков выздоровления, с учетом количества выздоровевших, продолжающих болеть, павших и вынужденно убитых животных, а также по среднесуточным приростам живой массы телят.

Результаты исследований. При бактериологическом исследовании мазков из прямой кишки у всех животных был выделен *Proteus mirabilis*, у отдельных животных – *Klebsiella pneumoniae* и *Comamonas kerstersii*. Чувствительность микроорганизмов к антибактериальным веществам представлена в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, выделенные микроорганизмы обладают чувствительностью к сульфадимидину, а также протей и *C. kerstersii* имеют промежуточную чувствительность к триметоприму, что позволяет рекомендовать «АКВАВЕТ» для включения в схему лечения.

Таблица 1 – Чувствительность микроорганизмов к антибактериальным веществам

| Антибактериальное вещество | Чувствительность культуры | | |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | <i>Proteus mirabilis</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>Comamonas kerstersii</i> |
| Амоксициллин | + | – | +/- |
| Сульфадимидин | + | + | + |
| Триметоприм | +/- | – | +/- |
| Линкомицин | – | – | – |
| Левофлоксацин | + | + | + |
| Колистин | + | +/- | + |
| Бензилпенициллин | +/- | – | – |

Примечания: «+» – культура чувствительна; «+/-» – промежуточная чувствительность; «–» – культура не чувствительна.

Результаты изучения терапевтической эффективности препарата «АКВАВЕТ» на телятах представлены в таблице 2. Из 25 телят первой опытной группы за время опыта выздоровело 23 теленка (92%). На 2-3 сутки после дачи препарата «АКВАВЕТ» у телят прекратилась диарея, на 4-7 день у животных наступило выздоровление, о чем свидетельствовало восстановление аппетита и подвижности. У 2 телят первой опытной группы (8%), которым лечение было оказано в период сильного обезвоживания, отмечалось сильное угнетение и полный отказ от корма, клиническое состояние не улучшалось и одно животное пало на вторые сутки с признаками диареи и обезвоживания. Из 25 телят второй опытной группы, получавших препарат «Реплевак Оптима», за время опыта выздоровело 22 теленка (88%), 3 теленка продолжали болеть (12%). Терапевтическая эффективность в первой опытной группе составила 92%, во второй – 88%. У выздоровевших телят во второй опытной группе на 2-3 сутки после начала приема препаратов отмечено улучшение клинического состояния, повышение аппетита и двигательной активности, прекращение диареи. На 5-6 сутки наступило выздоровление.

Таблица 2 – Результаты изучения терапевтической эффективности препарата «АКВАВЕТ» на телятах молозивно-молочного периода с диарейными болезнями

| Наименование показателей | Единицы измерения | Опытная группа № 1 «АКВАВЕТ» | Опытная группа № 2 «Реплевак Оптима» |
|------------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Количество телят в группе | голов | 25 | 25 |
| Выздоровело телят | голов | 23 | 22 |
| | % | 92 | 88 |
| Длительность лечения | дней | 3±0,2 | 3±0,3 |
| Пало и вынужденно убито | голов | 1 | - |
| | % | 4 | - |
| Среднесуточные привесы живой массы | г | 526 | 518 |
| Терапевтическая эффективность | % | 92 | 88 |

При наблюдении за животными на протяжении лечения и в последующие 14 дней отрицательного влияния и побочных действий препаратов на организм телят не установлено, также не отмечено рецидивов болезни.

Заклучение. Ветеринарный препарат «АКБАВЕТ», предназначенный для лечения молодняка крупного рогатого скота при диспепсии, абомазоэнтерите, колибактериозе, сальмонеллезе, протеозе и других бактериальных инфекциях желудочно-кишечного тракта, сопровождающиеся диареей, осложненной или неосложненной дегидратацией и интоксикацией организма, обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при комплексном лечении телят молозивно-молочного периода с болезнями органов пищеварения 92%. Препарат вписывается в технологию ветеринарных мероприятий, не дает осложнений, способствует повышению сохранности телят.

Conclusion. The veterinary drug 'Aquavet' is intended for the treatment of young cattle with dyspepsia, abomasoenteritis, colibacillosis, salmonellosis, proteosis and other bacterial infections of the gastrointestinal tract, accompanied by diarrhea, complicated or uncomplicated dehydration and intoxication of the body. The drug has a high therapeutic efficacy, which amounts to 92% in a complex treatment of calves with diseases of the digestive organs at the colostrum-milk period. The drug fits into the technology of veterinary measures, does not cause complications, and helps in increasing the survival rate of calves.

Список литературы.

1. *Внутренние незаразные болезни животных : учебник для студентов вузов по специальности «Ветеринарная медицина» / И. М. Карпуть, С. С. Абрамов, Г. Г. Щербаков [и др.] ; редактор И. М. Карпуть. – Минск : Беларусь, 2006. – С. 22–24, 183–200.*
2. *Выращивание и болезни молодняка : практическое пособие / А. И. Ятусевич, С. С. Абрамов, В. В. Максимович [и др.] ; редакторы : А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – С. 225–230, 390–399.*
3. *Оценка эффективности применения экспериментального регидратационного средства при комплексном лечении телят с диарейным синдромом / В. В. Ковзов, М. А. Макарук, О. А. Козлова, Д. В. Воронов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2017. – Т. 53, вып. 1. – С. 62–67.*
4. *Ковзов, В. В. Сравнительная эффективность применения препаратов «Доксивет 50%БТ» и «Доксифарм» для лечения телят с болезнями органов дыхания и поросят с диарейным синдромом / В. В. Ковзов, И. В. Фомченко // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 94–97.*
5. *Ковзов, В. В. Сравнительная терапевтическая эффективность препаратов «Коливет 6000» и «Колистин КМ 6000» при лечении телят и поросят с диарейным синдромом / В. В. Ковзов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 28–32. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-28-32.*
6. *Козлова, О. А. Влияние комплексной терапии на показатели минерального обмена телят при диарейном синдроме / О. А. Козлова ; научный руководитель В. В. Ковзов // Молодежь – науке и практике АПК : материалы 102-й Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Витебск, 29-30 мая 2017 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – Ч. 1 : Ветеринарная медицина и биологические науки. – С. 18.*
7. *Болезни крупного рогатого скота и свиней / П. А. Красочко, О. Г. Новиков, А. И. Ятусевич [и др.] ; редактор П. А. Красочко. – Минск : Технопринт, 2003. – 464 с.*
8. *Оценка эффективности применения препаратов «Ветгайдрон» и «Регидравет» при комплексном лечении поросят и телят с желудочно-кишечными болезнями / В. В. Ковзов, И. В. Фомченко, М. А. Макарук, В. А. Юркевич // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2012. – Т. 48, вып. 2, ч. 2. – С. 69–71.*
9. *Телепнев, В. А. Основные симптомы и синдромы болезней животных : учебно-методическое пособие для студентов факультета ветеринарной медицины / В. А. Телепнев. – Витебск : УО ВГАВМ, 2000. – 76 с.*
10. *Щербаков, П. Н. Профилактика и лечение при желудочно-кишечных и респираторных болезнях телят / П. Н. Щербаков, А. Г. Гусев // Ветеринария. – 2002. – № 3. – С. 15–16.*

References.

1. *Vnutrennie nezaraznye bolezni zhivotnyh : uchebnik dlya studentov vuzov po special'nosti «Veterinarnaya medicina» / I. M. Karput', S. S. Abramov, G. G. SHCHerbakov [i dr.] ; redaktor I. M. Karput'. – Minsk : Belarus', 2006. – S. 22–24, 183–200.*
2. *Vyrashchivanie i bolezni molodnyaka : prakticheskoe posobie / A. I. YAtusevich, S. S. Abramov, V. V. Maksimovich [i dr.] ; redaktory : A. I. YAtusevich [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – S. 225–230, 390–399.*
3. *Ocenka effektivnosti primeneniya eksperimental'nogo regidratatsionnogo sredstva pri kompleksnom lechenii telyat s diareynym sindromom / V. V. Kovzov, M. A. Makaruk, O. A. Kozlova, D. V. Voronov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2017. – T. 53, vyp. 1. – S. 62–67.*
4. *Kovzov, V. V. Sravnitel'naya effektivnost' primeneniya preparatov «Doksivet 50%BT» i «Doksifarm» dlya lecheniya telyat s boleznyami organov dyhaniya i porosyat s diareynym sindromom / V. V. Kovzov, I. V. Fomchenko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny» : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2012. – T. 48, vyp. 1. – S. 94–97.*

5. Kovzov, V. V. *Sravnitel'naya terapevticheskaya effektivnost' preparatov «Kolivet 6000» i «Kolistin KM 6000» pri lechenii telyat i porosyat s diarejnym sindromom* / V. V. Kovzov // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya vete-rinarnoj mediciny»*. – 2024. – T. 60, vyp. 2. – S. 28–32. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-28-32.
6. Kozlova, O. A. *Vliyanie kompleksnoj terapii na pokazateli mineral'nogo obmena telyat pri diarejnom sindrome* / O. A. Kozlova ; *nauchnyj rukovoditel' V. V. Kovzov* // *Molodezh' – nauke i praktike APK : materialy 102-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i aspirantov, Vi-tebsk, 29-30 maya 2017 g.* / Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2017. – CH. 1 : Veterinarnaya medicina i biologicheskie nauki. – S. 18.
7. *Bolezni krupnogo rogatogo skota i svinej* / P. A. Krasochko, O. G. Novikov, A. I. YAtusevich [i dr.] ; redaktor P. A. Krasochko. – Minsk : Tekhnoprint, 2003. – 464 s.
8. *Ocenka effektivnosti primeneniya preparatov «Vetgidron» i «Regidravet» pri kompleksnom lechenii porosyat i telyat s zheludochno-kishechnymi boleznymi* / V. V. Kovzov, I. V. Fomchenko, M. A. Makaruk, V. A. YUrkevich // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny» : nauchno-prakticheskij zhurnal*. – Vitebsk, 2012. – T. 48, vyp. 2, ch. 2. – S. 69–71.
9. *Telepnev, V. A. Osnovnye simptomy i sindromy boleznej zhivotnyh : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov fakul'teta veterinarnoj mediciny* / V. A. Telepnev. – Vitebsk : UO VGAVM, 2000. – 76 s.
10. *Shcherbakov, P. N. Profilaktika i lechenie pri zheludochno-kishechnyh i respiratornyh boleznayah telyat* / P. N. Shcherbakov, A. G. Gusev // *Veterinariya*. – 2002. – № 3. – S. 15–16.

Поступила в редакцию 13.01.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-27-32
УДК 619:[618.2:612.1]:636.4

НЕКОТОРЫЕ МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И ИММУННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ СВИНОМАТОК В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ СУПОРОСНОСТИ

^{*}Шапошников И.Т. ORCID ID 0000-0003-0190-9083, ^{**}Коцарев В.Н. ORCID ID 0000-0002-9114-1176,
^{**}Бригадиров Ю.Н. ORCID ID 0000-0003-3804-1732, ^{***}Бухтиярова И.П. ORCID ID 0009-0007-4305-4569,
^{****}Белко А.А. ORCID ID 0000-0001-9299-9314

^{*}ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Петра I»,
г. Воронеж, Российская Федерация

^{**}ФГНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии
и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация,
^{***}ФГБОУ ВО «Донбасская аграрная академия»,

г. Макеевка, Донецкая Народная Республика, Российская Федерация

^{****}УО «Витебская орденa «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В опыте на 20 свиноматках помеси пород крупной белой и ландрас, выполненном в условиях свиноводческого предприятия с промышленной технологией ведения производства, изучены морфо-биохимические и иммунные показатели крови свиноматок во время супоросности. Установлено, что в течение супоросного периода у свиноматок происходили изменения в ряде показателей, характеризующих интенсивность течения метаболических процессов и состояние иммунной системы. Полученные данные свидетельствуют о снижении у свиноматок во время супоросности некоторых показателей, характеризующих течение метаболических процессов и факторов иммунной системы, и необходимости проведения их коррекции. **Ключевые слова:** свиноматки, супоросные, кровь, показатели морфологические, биохимические, иммунологические.*

CERTAIN MORPHO-BIOCHEMICAL AND IMMUNE BLOOD VALUES IN SOWS AT DIFFERENT PERIODS OF GESTATION

^{*}Shaposhnikov I.T., ^{**}Kotsarev V.N., ^{**}Brigadirov Yu.N., ^{***}Bukhtiyarova I.P., ^{****}Belko A.A.
^{*}FGBOU VO "Voronezh State Agrarian University named after Peter I", Voronezh, Russian Federation
^{**}FGNU "All-Russian Research Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

^{***}FGBOU VO "Donbass Agrarian Academy",

Makeyevka, Donetsk People's Republic, Russian Federation

^{****}Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*Morpho-biochemical and immune blood values in sows at gestation period were studied in a trial with 20 Large White/Landrace crossbreed sows, carried out in the conditions of pig-breeding enterprise with industrial technology of production. It was found that during the gestation period there were changes in a number of indicators characterizing the intensity of metabolic processes and the state of the immune system in sows. The obtained data testify to the decrease in sows during gestation of some indicators characterizing the course of metabolic processes, immune system factors and the necessity of their correction. **Keywords:** sows, gestation, blood, morphological, biochemical, immunological indicators.*

Введение. Существенной проблемой в промышленном свиноводстве является сохранение репродуктивного здоровья маточного поголовья свиней. Замкнутый режим фиксированного содержания свиноматок на ограниченных площадях с отсутствием моциона, повышенная микробная контаминация помещений, влияние на организм животных технологических стресс-факторов, экологическое неблагополучие внешней среды, несбалансированное кормление животных приводят к ослаблению защитных функций организма, заключающихся в снижении гуморальных и клеточных факторов неспецифической резистентности, торможении иммунного ответа на неблагоприятные факторы внешней среды [1, 2].

Нарушение функции иммунной системы является одним из патогенетических механизмов любого патологического процесса [3]. В связи с этим в крупных свиноводческих предприятиях среди свиней широкое распространение приобрели так называемые факторные инфекции, проявляющиеся у маточного поголовья нарушениями воспроизводительной функции [2, 4].

Из-за постоянного воздействия на организм животных технологических стресс-факторов в сложившихся условиях особое значение приобретает повышение их адаптивной способности в различные физиологические периоды воспроизводительного цикла, особенно во время супоросности, что является одной из существенных задач ветеринарной науки и практики [5, 6, 7, 8].

Целью исследований явилось изучение морфо-иммуно-метаболического статуса свиноматок в разные периоды супоросности для разработки средств и способов его коррекции.

Материалы и методы исследований. Опыты проведены в условиях свиноводческого предприятия с промышленной технологией ведения производства на 20 свиноматках помеси пород крупной белой и ландрас, взятых в опыт на ранних сроках супоросного периода. На 23-25, 72-74 и 110-112 дни супоросности у них были получены пробы крови для проведения морфологических, биохимических и иммунобиологических исследований, в которой определяли содержание эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, лейкоцитов, структуру лейкограммы, концентрацию общего белка и его фракций, общих иммуноглобулинов, бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК), лизоцимную активность сыворотки крови (ЛАСК), количество циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), Т- и В-лимфоцитов.

Исследования крови проведены на гематологическом анализаторе «ABX Micros 60» и на биохимическом анализаторе «Hitachi-902» согласно «Методическим рекомендациям по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных» [9] в соответствии с инструкциями к приборам. Бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови, содержание Т- и В-лимфоцитов определены в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных» [10] и «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции иммунного статуса животных» [11].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерных статистических программ «Statistica 8.0» (Stat Soft Inc., США) и «Microsoft Excel».

Результаты исследований. Установлено, что в начальный период формирования плодов содержание эритроцитов у свиноматок составило $6,57 \pm 0,10 \cdot 10^{12}/л$, гемоглобина – $138,30 \pm 2,15$ г/л, гематокрита – $36,30 \pm 0,90\%$ (таблица 1).

К 72-74 дню супоросности (в поздний период развития плодов) концентрация эритроцитов в крови свиноматок снизилась на 6,5% и к 110-112 дню супоросности претерпела незначительное изменение. Количество гемоглобина по сравнению с начальным периодом исследований на 72-74 день супоросности свиноматок стало меньше на 20,2% и на 110-112 день плодоношения – на 21,7%. Показатель гематокрита к 72-74 дню супоросности свиноматок стал меньше на 3,3% и с увеличением срока их супоросности не претерпел изменений.

Таблица 1 – Морфо-биохимические показатели крови свиноматок

| Показатели | Сроки супоросности | | |
|-------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| | 23-25 дней | 72-74 дня | 110-112 дней |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | $6,57 \pm 0,10$ | $6,14 \pm 0,19$ | $6,18 \pm 0,14$ |
| Гемоглобин, г/л | $138,30 \pm 2,15$ | $110,30 \pm 0,71$ | $108,27 \pm 2,35$ |
| Гематокрит, % | $36,30 \pm 0,56$ | $35,10 \pm 0,90$ | $35,34 \pm 0,81$ |
| Лейкоциты, $10^9/л$ | $11,17 \pm 0,71$ | $12,56 \pm 0,89$ | $13,57 \pm 0,51$ |
| Нейтр. палоч., % | $1,83 \pm 0,50$ | $2,0 \pm 0,62$ | $2,0 \pm 0,17$ |
| Нейтр. сегмен., % | $34,84 \pm 1,49$ | $32,70 \pm 2,06$ | $43,70 \pm 1,89^{*+}$ |
| Эозинофилы, % | $7,00 \pm 0,78$ | $7,25 \pm 0,28$ | $4,50 \pm 0,43^{*+}$ |
| Моноциты, % | $1,13 \pm 0,33$ | $1,75 \pm 0,47$ | $1,20 \pm 0,09$ |
| Лимфоциты, $10^9/л$ | $6,45 \pm 0,24$ | $7,07 \pm 0,2^{**}$ | $6,60 \pm 0,27$ |

Примечания: * – $p < 0,05-0,001$ – к исходному; + – $p < 0,05-0,001$ – к промежуточному.

В концентрации лейкоцитов наблюдалось повышение к 72-74 дню супоросности на 12,4% и к 110-112 дню – на 21,5%. Из показателей лейкограммы при отсутствии существенных изме-

нений в значениях палочкоядерных нейтрофилов наблюдалось снижение содержания сегментоядерных нейтрофилов к 72-74 дню супоросности на 7,1% с дальнейшим увеличением их концентрации на 33,6% ($p < 0,001$). Содержание эозинофилов в начальный период супоросности и в середине супоросности в отличие от сегментоядерных нейтрофилов составляло более высокие показатели в сравнении с завершающим сроком супоросности свиноматок с превышением его величины соответственно в 1,55 ($p < 0,05$) и 1,61 раза ($p < 0,001$). Значения моноцитов, составляющие у свиноматок на 23-25 день супоросности $1,13 \pm 0,33\%$, к 72-74 дню плодonoшения возросли в 1,55 раза и в дальнейшем уменьшились в 1,46 раза. Уровень лимфоцитов к 72-74 дню супоросности повысился на 14,6% ($p < 0,05$), а к 110-112 дню супоросности понизился на 6,6%.

Содержание общего белка у свиноматок на 72-74 день супоросности по отношению к исходному уровню не претерпело существенных изменений (таблица 2), а к 110-112 дню супоросности было меньше исходных значений на 6,9% ($p < 0,05$) и к 72-74 дню плодonoшения – на 7,9% ($p < 0,001$) (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели белка и белковых фракций у свиноматок

| Показатели | Сроки супоросности | | |
|--------------------------|--------------------|------------------|-------------------------|
| | 23-25 дней | 72-74 дня | 110-112 дней |
| Общий белок, г/л | $80,67 \pm 2,21$ | $81,50 \pm 0,96$ | $75,09 \pm 1,10^{*+++}$ |
| Альбумины, г/л | $34,45 \pm 0,76$ | $32,28 \pm 0,77$ | $33,23 \pm 0,53$ |
| α -глобулины, г/л | $10,57 \pm 1,01$ | $11,98 \pm 0,67$ | $10,55 \pm 0,29$ |
| β -глобулины, г/л | $17,71 \pm 0,34$ | $19,72 \pm 0,58$ | $18,08 \pm 0,34$ |
| γ -глобулины, г/л | $16,94 \pm 1,03$ | $17,52 \pm 0,42$ | $13,23 \pm 0,31^{*+++}$ |

Примечания: * – $p < 0,05-0,001$ – к исходному; + – $p < 0,05-0,001$ – к промежуточному.

Из белковых фракций первоначально имело место уменьшение содержания альбуминов на 6,3% с тенденцией последующего повышения. Содержание α -глобулинов к 72-74 дню плодonoшения превышало исходный уровень на 13,3% и к 110-112 дню супоросности снизилось до 11,9%, а β -глобулинов – первоначально возросло на 11,3%, а в последующем стало меньше 8,3%. Уровень γ -глобулинов на 72-74 день супоросности свиноматок имел тенденцию к повышению, к 110-112 дню – был меньше исходных его значений на 11,9% ($p < 0,01$) и в сравнении с 72-74-дневным периодом плодonoшения – на 24,5% ($p < 0,001$).

Из показателей, характеризующих состояние неспецифического иммунитета, значения БАСК первоначально возросли на 9,8%, а в последующем снизилось на 23,1% ($p < 0,01$) и по отношению к исходной величине были меньше на 15,5% ($p < 0,05$). Величины ЛАСК к 72-74 дню супоросности свиноматок уменьшились на 39,4% ($p < 0,001$), а к 110-112 сроку плодonoшения повысились в 3,2 раза ($p < 0,001$) и превышали исходные значения в 1,9 раза ($p < 0,001$) (таблица 3).

Содержание общих иммуноглобулинов с 23-25 дня супоросности к 72-74 и 110-112 дням супоросности уменьшилось соответственно на 5,4% и 11,3% ($p < 0,002$). Концентрация ЦИК первоначально повысилась в 1,9 раза ($p < 0,001$) и в последующем еще возросла в 1,2 раза и превышала первоначальное содержание в 2,2 раза ($p < 0,001$).

Таблица 3 – Иммунологические показатели свиноматок

| Показатели | Сроки супоросности | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| | 23-25 дней | 72-74 дня | 110-112 дней |
| БАСК, % | $58,00 \pm 3,40$ | $63,70 \pm 3,78$ | $49,01 \pm 1,50^{*++}$ |
| ЛАСК, мкг/мл | $0,99 \pm 0,069$ | $0,61 \pm 0,031^{***}$ | $1,93 \pm 0,072^{***+++}$ |
| Общие иммуноглобул., г/л | $26,10 \pm 0,43$ | $24,70 \pm 0,53$ | $23,16 \pm 0,62^{**}$ |
| ЦИК, г/л | $0,21 \pm 0,026$ | $0,39 \pm 0,029^{***}$ | $0,47 \pm 0,034^{***}$ |
| Т-лимфоциты, % | $50,7 \pm 2,82$ | $34,2 \pm 2,49^{***}$ | $32,4 \pm 2,31^{***}$ |
| В- лимфоциты, % | $17,0 \pm 1,99$ | $18,6 \pm 2,32$ | $23,4 \pm 2,08^*$ |
| Т-лимфоциты, 10^9 /л | $3,13 \pm 0,17$ | $2,42 \pm 0,18^*$ | $2,14 \pm 0,15^{***}$ |
| В- лимфоциты, 10^9 /л | $1,05 \pm 0,12$ | $1,32 \pm 0,17$ | $1,54 \pm 0,14^{**}$ |

Примечания: * – $p < 0,05-0,001$ – к исходному; + – $p < 0,05-0,001$ – к промежуточному.

Содержание Т-лимфоцитов, выраженное в процентах, у свиноматок к 72-74 и 110-112 дням супоросности уменьшилось соответственно на 32,5% ($p < 0,001$) и 36,1% ($p < 0,001$), а В-лимфоцитов – возросло на 9,4% и 37,6% ($p < 0,05$). Абсолютные значения концентрации Т-лимфоцитов по отношению к исходным величинам были меньше соответственно на 22,7% ($p < 0,02$) и 31,6% ($p < 0,001$) и В-лимфоцитов – больше на 25,7% и 46,7% ($p < 0,002$).

Как следует из выполненных исследований, у свиноматок имело место снижение содержания в крови эритроцитов и гемоглобина с 23-25 дня супоросности к 72-74 дню супоросного периода, связанное с перестройкой организма и усилением насыщения эритроцитов гемоглобином в поздний период развития плодов. К 110-112 дню плодоношения существенных изменений в их концентрации в материнском организме не происходило. Количество гематокрита при незначительном снижении до 72-74 дня супоросности в дальнейшем не претерпело значительных изменений. Количество лейкоцитов, выполняющих в организме свиноматок важнейшие функции иммунологических реакций, с нарастанием супоросности повышалось. Возрастание их уровня к концу супоросности на фоне уменьшения содержания лимфоцитов свидетельствует о снижении клеточного иммунитета.

Оценивая лейкограмму свиноматок, следует отметить, что количество палочкоядерных нейтрофилов на протяжении исследуемых сроков супоросности свиноматок существенно не изменялось. Содержание сегментоядерных нейтрофилов, составляющих основную зернистую часть белых клеток крови и обладающих бактерицидными и антитоксическими свойствами, способствующих регенерации тканей, к 72-74 дню супоросности свиноматок незначительно сократилось, а в дальнейшем под влиянием гормонов супоросности нарастало, что указывает на усиление их бактерицидной активности, проявление цитотоксического и противовирусного действия, способствующего активизации киллерного действия других клеток и принимающего участие в качестве посредников в клеточных и гуморальных реакциях.

Уровень эозинофилов, участвующих в разрушении и обезвреживании токсинов белкового происхождения, для которого характерно более высокое содержание в первый месяц супоросности свиноматок, оставался на таком же уровне к 72-74 дню супоросности, а к завершению плодоношения претерпел значительное снижение. Концентрация моноцитов, обладающих выраженной фагоцитарной и бактериальной активностью и участвующих в формировании и регуляции иммунного ответа, имела более низкие значения в начальный и завершающий периоды супоросности, что характерно для этих сроков супоросности. Содержание лимфоцитов, являющихся главными клеточными элементами иммунной системы, которым принадлежит важная роль в развитии защитных реакций у свиноматок в период 23-25-дневной и 72-74-дневной супоросности, поддерживалось почти на одинаковом уровне, а к завершению супоросности оказалось на более низком уровне, свидетельствующем о понижении у животных неспецифического иммунитета перед родами.

Белковый обмен характеризовался уменьшением содержания общего белка на протяжении супоросности свиноматок, наиболее выраженным снижением его количества в конце супоросности, что обусловлено интенсивным ростом плодов в последний месяц супоросности. Концентрация альбуминов, выполняющих в организме транспортную функцию, обезвреживания и удаления из организма токсических веществ, к 72 дню супоросности претерпела незначительное понижение с дальнейшим повышением к 110-112 дню супоросности, что обусловлено возросшей интенсивностью белкового метаболизма у свиноматок в напряженный период супоросности. Глобулиновая фракция крови свиноматок, представленная α -, β - и γ -глобулинами, участвующими в транспорте липидов, гормонов, витаминов, ионов металлов, свертывании крови, выполняющих роль защитных факторов организма, во время супоросности свиноматок характеризовалась незначительным повышением к 72-74 дню супоросности с дальнейшим снижением ее значений, наиболее выраженным у γ -глобулиновой фракции, содержащей наибольшее количество иммунных белков, мигрирующих в молочную железу для образования молозива.

На протяжении супоросности у свиноматок наблюдались изменения в показателях естественной резистентности. Во все периоды исследований происходило снижение количества общих иммуноглобулинов. Значения БАСК при незначительном подъеме к 72-74 дню супоросности свиноматок претерпели выраженное снижение к 110-112 дню супоросности, а изменения ЛАСК имели обратную картину. Более высокие величины ее активности в первый месяц супоросности свиноматок при первоначальном понижении в последующем значительно возрастали. Содержание ЦИК, характеризующих степень антигенной нагрузки и интенсивность синтеза антител в организме у свиноматок, повышалось во все периоды исследований, что свидетельствует о недостаточной активности иммунной системы.

Из иммунокомпетентных клеток содержание Т-лимфоцитов, осуществляющих клеточные формы иммунного ответа, у свиноматок во время супоросности понижалось, что обусловлено блокирующим на них действием нарастающей концентрации прогестерона, обладающего свойствами физиологического супрессора. Концентрация В-лимфоцитов, ответственных за гуморальный иммунитет, повышалась, обеспечивая проявление локальной иммуносупрессии для нормального течения супоросности. Выработка антител у свиноматок преобладала над цитотоксической активностью лимфоцитов.

Заключение. С увеличением продолжительности супоросности у свиноматок наблюдается изменение морфо-иммуно-биохимических показателей крови. На 72-74 день супоросности имело место понижение уровня эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, сегментоядерных

нейтрофилов, альбуминов, общих иммуноглобулинов, лизоцимной активности сыворотки крови, Т-лимфоцитов при повышении уровня лейкоцитов, β -глобулинов, циркулирующих иммунных комплексов и В-лимфоцитов. К 110-112 дню супоросного периода у свиноматок остаются на более низком уровне показатели эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, общих иммуноглобулинов при более высоком уровне лейкоцитов, β -глобулинов, циркулирующих иммунных комплексов, В-лимфоцитов. При этом сокращается количество эозинофилов, моноцитов, лимфоцитов, общего белка, γ -глобулинов, Т-лимфоцитов, уменьшается бактерицидная активность сыворотки крови, что свидетельствует о снижении защитных факторов иммунной системы и требует проведения ее коррекции во время супоросности.

Conclusion. With the increase in the length of gestation, there appear changes in the morpho-immune-biochemical parameters of the blood. On the 72nd-74th day of pregnancy, there was a decrease in the level of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, segmented neutrophils, albumins, total immune globulins, lysozyme activity of blood serum, T-lymphocytes with an increase in the level of leukocytes, β -globulins, circulating immune complexes and B-lymphocytes. By the 110-112 day of the gestation period, sows have lower levels of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, and total immune globulins, with higher levels of leukocytes, β -globulins, circulating immune complexes, and B-lymphocytes. At the same time, the number of eosinophils, monocytes, lymphocytes, total protein, γ -globulins, T-lymphocytes decreases, the bactericidal activity of blood serum decreases, which indicates a decrease in the protective factors of the immune system and requires its correction during gestation period.

Список литературы.

1. Ветеринарные аспекты решения проблемы метрит-мастит-агалактии у свиноматок / С. В. Шабунин, А. Г. Нежданов, В. Н. Коцарев, Л. В. Ческидова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. № 9. – С. 62–65.
2. Шахов, А. Г. Этиология факторных инфекций животных и меры их профилактики / А.Г. Шахов // Ветеринарная патология. – 2005. – №3 (14). – С. 22–24.
3. Хаитов, Р. М. Современные представления о защите организма от инфекций / Р. М. Хаитов, Б. В. Пинегин // Иммунология. – 2000. – № 1. – С. 61–64.
4. Макаров, В. В. Факторные болезни и причинность в инфекционной патологии / В. В. Макаров // Ветеринарная патология. – 2005. – №3 (14). – С. 4–12.
5. Попов, В. С. Этиологические особенности иммунодефицитов у свиней в условиях промышленной технологии / В. С. Попов, Н. В. Самбуров, А. А. Зорикова // Вестник Курской государственной академии. 2015. – № 4. – С. 63–67.
6. Самохин, В. Т. Проблемы патологии обмена веществ у с/х животных в современном животноводстве / В. Т. Самохин // Материалы научной сессии РАСХН: сборник. – Москва, 1999. – С. 141–144.
7. Федоров, Ю. Н. Иммунодефициты у животных: характеристика, диагностика и коррекция / Ю. Н. Федоров, О. А. Верховский, М. А. Костына // Состояние, проблемы и перспективы развития ветеринарной науки России: сборник. – Москва, 1999. – № 2. – С. 138–141.
8. Влияние комплексного препарата на основе интерферонов на иммунный статус свиноматок и его эффективность при профилактике послеродовых болезней / А. Г. Шахов, Л. Ю. Сашнина, М. Ю. Жейнес [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – №2 (11). – С.49–54. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2020.2.49.
9. Методические рекомендации по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных / М. И. Рецкий, А. Г. Шахов, В. И. Шушлебин [и др.]. – Воронеж: Истоки, 2005. – 94 с.
10. Методические рекомендации по оценке и коррекции неспецифической резистентности стада животных / А. Г. Шахов, Ю. Н. Бригадинов, А. И. Ануфриев [и др.]. – Воронеж: Истоки, 2005. – 62 с.
11. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А. Г. Шахов, Ю. Н. Масьянов, М. И. Рецкий [и др.]. – Воронеж: Истоки, 2005. – 116 с.

References.

1. Veterinarnye aspekty resheniya problemy metrit-mastit-agalaktii u svinomatok / S. V. SHabunin, A. G. Nezhdanov, V. N. Kocarev, L. V. Cheskidova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. № 9. – S. 62–65.
2. Shahov, A. G. Etiologiya faktornykh infekcij zhivotnykh i mery ih profilaktiki / A.G. Shahov // Veterinarnaya patologiya. – 2005. – №3 (14). – S. 22–24.
3. Haitov, R. M. Sovremennye predstavleniya o zashchite organizma ot infekcij / R. M. Haitov, B. V. Pinegin // Immunologiya. – 2000. – № 1. – S. 61–64.
4. Makarov, V. V. Faktornye bolezni i prichinnost' v infekcionnoj patologii / V. V. Makarov // Veterinarnaya patologiya. – 2005. – №3 (14). – S. 4–12.
5. Popov, V. S. Etiologicheskie osobennosti immunodeficitov u svinej v usloviyah promyshlennoj tekhnologii / V. S. Popov, N. V. Samburov, A. A. Zorikova // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj akademii. 2015. – № 4. – S. 63–67.
6. Samohin, V. T. Problemy patologii obmena veshchestv u s/h zhivotnykh v sovremennom zhivotnovodstve / V. T. Samohin // Materialy nauchnoj sessii RASKHN: sbornik. – Moskva, 1999. – S. 141–144.
7. Fedorov, Yu. N. Immunodeficiency u zhivotnykh: harakteristika, diagnostika i korrekciya / Yu. N. Fedorov, O. A. Verhovskij, M. A. Kostyna // Sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya veterinarnoj nauki Rossii: sbornik. – Moskva, 1999. – № 2. – S. 138–141.

8. Vliyanie kompleksnogo preparata na osnove interferonov na immunnyj status svinomatok i ego effektivnost' pri profilaktike poslerodovyh boleznej / A. G. Shahov, L. Yu. Sashnina, M. Yu. Zhejnes [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2020. – №2 (11). – S. 49–54. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2020.2.49.

9. Metodicheskie rekomendacii po diagnostike, terapii i profilaktike narushenij obmena veshchestv u produktivnyh zhivotnyh / M. I. Reckij, A. G. Shahov, V. I. Shushlebin [i dr.]. – Voronezh : Istoki, 2005. – 94 s.

10. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrkcii nespecificheskoj rezistentnosti statusa zhivotnyh / A. G. Shahov, Yu. N. Brigadirov, A. I. Anufriev [i dr.]. – Voronezh : Istoki, 2005. – 62 s.

11. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrkcii immunnogo statusa zhivotnyh / A. G. Shahov, Yu. N. Mas'yanov, M. I. Reckij [i dr.]. – Voronezh : Istoki, 2005. – 116 s.

Поступила в редакцию 28.01.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-32-38

УДК 619:616.99.3.16:636.5

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ГИСТОМОНОЗА КУРИНЫХ ПТИЦ

Ятусевич А.И. ORCID ID 0000-0003-2701-6419, Сарока А.М. ORCID ID 0000-0002-0261-5805,
Захарченко И.П. ORCID ID 0000-0002-9101-9350, Фибик Ю.В., Сарока Д.Д.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

В данной статье представлены оригинальные материалы по изучению распространения гистомонозной инвазии и оценке эффективности некоторых методов ее диагностики. Установлено, что заражению гистомонозом подвергались индюшата (ЭИ – 41-72%) и цыплята (ЭИ – 18-32%), их летальность составила 47,8% и 16,3% соответственно. При постановке диагноза «гистомоноз» наиболее эффективными методами являются исследование гистосрезов, окрашенных мазков и мазков-отпечатков пораженных органов. **Ключевые слова:** гистомоноз, птица, аскаридии, гетеракисы, печень, слепые кишки.

SOME ISSUES ON SPREADING AND DIAGNOSTICS OF HISTOMONIASIS IN GALLINACEANS

Yatusevich A.I., Saroka A.M., Zakharchenko I.P., Fibik Y.V., Saroka D.D.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

This article presents original materials on studying histomonas infestation spreading, and evaluation of method effectiveness for its diagnosis. It was found that turkeys (II – 41-72%) and chickens (II – 18-32%) were infested with histomoniasis, the lethality rate was 47.8% and 16.3%, respectively. The most effective methods for the diagnosis of histomoniasis are the examination of histological sections, stained smears and smear-prints of the affected organs. **Keywords:** histomoniasis, poultry, ascaridia, heterakis, capillaria, liver, caecum.

Введение. Птицы относятся к высокоорганизованному классу позвоночных животных (Aves). Они встречаются по всему земному шару, в самых разнообразных климатических условиях. По имеющимся данным, в мире насчитывается около 100 млрд особей птиц [1].

В классе птиц достаточно распространенным и хорошо обособленным является отряд куриных, или курообразных (*Galliformes*), включающий более 250 видов. Некоторых представителей этого отряда выращивают на промышленной основе. К ним относятся куры (*Gallus gallus*) и индейки (*Meleagris gallopavo L.*). В фермерских хозяйствах разводят перепелов (*Coturnix coturnix L.*) и цесарок (*Numida meleagris*), в охотничьих хозяйствах – фазанов (*Phasianus colchicus*), в зоопарках – павлинов (*Pavo cristatus*). Кроме того, в лесах северо-восточного региона Беларуси обитает 6 видов отряда курообразных: серая куропатка (*Perdix perdix L.*), перепел, фазан, тетерев (*Lyrurus tetrix L.*), рябчик (*Bonasa bonasia*), глухарь (*Tetrao urogallus*), которые являются объектами спортивной охоты и международного охотничьего туризма [2, 3].

Однако успешному развитию промышленного птицеводства мешают различные болезни, в том числе и инвазионные. Одной из причин снижения продуктивности и падежа птицы является гистомоноз.

Гистомоноз (*Histomonosis*) птиц (энтерогепатит, монилиаз, тифлогепатит, «черная голова», «гниение печени», «разрушение печени», «угревая болезнь») – протозойная болезнь домашних и диких птиц, вызываемая простейшими отряда *Trichomonadida* – *Histomonas meleagridis*, сопровождающаяся развитием гнойно-некротических процессов в слепых кишках и типичных гранулем в печени.

Гистомонозом болеют индейки, цесарки, куры, перепела, куропатки, утки, гуси, фазаны, павлины и страусы в возрасте от 2-дневного до 2-3-месячного возраста. В последние годы участилась заболеваемость гистомонозом индеек, кур-несушек родительских форм бройлеров. Также отмечены случаи заболевания цыплят-бройлеров при напольном содержании и товарных

кур-несушек при клеточном содержании. При этом смертность индеек может достигать 100%, кур – 10-20% [4].

Впервые гистомоноз у индейки описал S. Cushman в 1893 году и отнес к одному из видов холеры [5].

Возбудитель гистомоноза относится к парабазилиям – виду одноклеточных анаэробных жгутиков, которые являются плеоморфными организмами, то есть существуют в трех формах: люминальной (жгутиковой), транзитной (амебовидной) и тканевой (вегетативной).

1. Паразиты люминальной (от латинского *lumen* – просвет) формы заселяют просвет кишечника (слепые кишки), передвигаются в нем с помощью жгутика и питаются бактериями. Имеют округлую форму и достигают величины 8-20 мкм. Их цитоплазма зернистая, ядро четко дифференцировано и расположено эксцентрично. Передний конец гистомонасы в жгутиковой фазе снабжен одним, реже – 3-4 жгутиками [6, 7].

2. Паразиты транзитной (амебовидной) формы (трофозоиты – инвазивная форма) не имеют жгутика, передвигаются с помощью ложноножек, питаются посредством фагоцитоза, обнаруживаются в большом количестве в кишечнике на ранних стадиях болезни.

3. Паразиты тканевой (вегетативной) формы обитают в основном в паренхиме печени. Тканевый паразит выделяет протеолитические ферменты, с помощью которых он переваривает гепатоциты, в результате чего возникает некроз печени.

Существует также цистоподобная *Histomonas meleagridis*. Она образуется в клеточных культурах при постепенном ухудшении условий культивирования [6].

Гистомонасы неустойчивы во внешней среде, быстро погибают под действием дезинвазирующих средств. Основной путь заражения – алиментарный, при этом значительная роль отводится гельминтам *Heterakis gallinarum*. В яйцах этих нематод гистомонасы сохраняются длительное время. Источником инвазии является больная птица, которая выделяет во внешнюю среду возбудителя с пометом и яйцами гетеракисов [4, 7].

Гистомонасы – внеклеточные паразиты. Местом их первичной локализации в организме птицы являются слепые кишки, в которых рН среды наиболее благоприятен для размножения, путем простого деления надвое, и развития возбудителя. Внедрившись в стенку слепых кишок, гистомонасы проникают в кровеносные сосуды и по портальной системе достигают печени. При подкожном и внутривенном введении возбудителя возможны поражения легких, почек, печени при одновременном отсутствии патологических изменений в слепых кишках [7].

Через 7-10 дней с момента инвазии возникает фибринозно-некротическое воспаление слепой кишки, печень вовлекается в процесс на 10 день [4].

Резервуарными хозяевами (переносчиками) гетеракисов, а значит и гистомонасов, являются практически все насекомые, дождевые и земляные черви, слизни, грызуны, птицы и др., обитающие в радиусе до 7 километров [7].

Клиническая картина гистомоноза сводится к симптомам, которые характерны для многих заболеваний: угнетение птицы, матовость и взъерошенность пера, отказ от корма, помет разжижен, светло-желтого или зелено-бурого цвета. При появлении симптома «черная голова» лечение уже бесполезно. Поэтому клинические признаки являются слабым помощником в диагностике данной паразитарной инвазии [6].

При вскрытии трупов больной гистомонозом птицы наблюдаются дифтеритическое воспаление слепых кишок, множественные участки коагуляционного некроза в печени, имеющие характерную кратерообразную или полигональную форму. Гистологические изменения: слепые кишки – тотальный коагуляционный некроз слизистой оболочки с наличием выраженной зоны демаркационного воспаления и разрастанием грануляционной ткани в подслизистом слое, наличие в слизистой оболочке и некротическом детрите генераций гистомонасов, выраженная воспалительная гиперемия и серозный воспалительный отек мышечной и серозной оболочек; в просвете кишки – фибрин, эритроциты, фрагменты некротизированной слизистой оболочки и разрушенных гистомонасов; печень – множественные очаги коагуляционного некроза, кровоизлияния в паренхиме, наличие генераций гистомонасов на границе здоровой и некротизированной ткани [8].

В последние годы участились случаи патоморфоза, т.е. характерные кратерообразные некрозы не выявляются. Имитируется токсическая дистрофия печени. Печень увеличена, дряблой консистенции, цвет пестрый – серо-желтые участки чередуются с темно-красными.

Для подтверждения диагноза «гистомоноз» используются и другие методы. Обнаружение живых гистомонасов зависит от времени доставки материала в лабораторию, поскольку утрачивается подвижность возбудителя, клетка округляется и получение однозначного результата затрудняется. Методами «раздавленная капля» или «висячая капля» исследуется свежий теплый материал. Для выявления жгутиковых форм исследуют содержимое клоаки больной птицы или содержимое слепых кишок и соскоб с их слизистой, амебовидных – инфильтрат из очагов некроза печени [4].

Хорошие результаты дает исследование тонких мазков из содержимого кишечника и мазков-отпечатков печени, окрашенных по Романовскому-Гимзе [4].

Высокую эффективность показал непрямой метод ИФА для выявления антител IgG против *Histomonas meleagridis* в сыворотках крови кур и индеек [7].

Использование ПЦР-тестов позволяет исключить ложноположительные результаты, благодаря применению внутреннего контроля амплификации [7].

Цель исследований – изучить распространение гистомоноза и оценить эффективность некоторых методов диагностики данной болезни.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на кафедрах паразитологии и инвазионных болезней животных и патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ. Материал для исследований был собран в хозяйствах Витебской области. Диагноз устанавливали с учетом клинических признаков, результатов копроскопических, патологоанатомических и гистологических исследований.

Материалом для микроскопических исследований служили соскобы со слизистой оболочки слепых кишок и их содержимое и отпечатки пораженной печени, а также помет обследуемой птицы. Свежий теплый материал исследовали методом «раздавленной капли». С этой целью исследуемый материал помещали на предметное стекло, добавляя каплю физиологического раствора, накрывали покровным стеклом и микроскопировали под средним увеличением. Мазки слизистой оболочки слепых кишок и мазки-отпечатки печени высушивали и окрашивали с использованием набора реагентов для быстрого дифференциального окрашивания биоматериалов «Диахим-Дифф-Квик». Помет исследовали флотационным методом Щербовича [9].

Для гистологических исследований отбирали патологический материал: кусочки сердца, почек, печени, селезенки и слепых кишок с содержимым. Материал фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина в течение 5 суток. Затем его заливали в парафин по общепринятой методике (Меркулов Г.А., 1969). Гистологические срезы готовили из парафиновых блоков при помощи санного микротомы толщиной не более 5-8 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином [10].

Результаты исследований. При эпизоотологической оценке поголовья основным показателем была степень заражения птицы гельминтами (экстенсивность инвазии, ЭИ).

При исследовании помета гусей флотационными методами были выявлены яйца *Ganguleterakis dispar* (ЭИ – 41,1%), *Amidostomum anseris* (ЭИ – 11,7%), *Capillaria spp.* (ЭИ – 29,4%), а также яйца цестод (ЭИ – 11,7%); индеек – *Heterakis gallinarum* (ЭИ – 100%), *Ascaridia spp.* (ЭИ – 7,6%), *Capillaria spp.* (ЭИ – 19,1%); кур и цыплят – *Heterakis gallinarum* (ЭИ – 100%), *Ascaridia galli* (ЭИ – 27,1%), *Capillaria spp.* (ЭИ – 9,6%).

Экстенсивность гистомонозной инвазии у индюшат составила 41-78%, у цыплят – 18-32%. Первые клинические признаки проявились сначала у цыплят, затем – у индюшат: угнетение, снижение аппетита, жажда, потеря подвижности, кахексия, помет жидкий, пенистый грязно-желтого цвета с прожилками крови, перед смертью – судороги. Падеж цыплят составил 16,3%, индюшат – 47,8%. Клинические у гусей не наблюдались.

У вынужденно убитой птицы методом «раздавленной капли» в затемненном поле исследовали содержимое слепых кишок (рисунок 1).



Рисунок 1 – *Histomonas meleagridis* (метод «раздавленной капли»), увел. ×400

Были обнаружены подвижные гистомонасы веретенообразной формы, с характерными толчкообразными или вращательными движениями, в отличие от трихомонасов, которые движутся плавно без толчков. Недостатком данного метода является низкая достоверность получаемых данных, поскольку в слепых кишках птиц, кроме гистомонасов и трихомонасов, можно

выявить ряд подвижных простейших, таких как *Chilomastix gallinarum*, *Eutrichomastix gallinarum*, *Hexamitus spp.* и др. Кроме того, для проведения данного исследования необходим свежий теплый материал.

При окраске мазков из содержимого слепых кишок также были выявлены гистомонасы округлой формы с эксцентрично расположенным ядром, протоплазма гранулирована с вакуолями, окрашена в голубой цвет. Окрашенные мазки-отпечатки печени позволили обнаружить 3-5 гистомонасов в 1 п.з.м.

При вскрытии павшей птицы в большинстве случаев отмечали увеличение в объеме и кровенаполнение печени, в отдельных случаях – обесцвечивание ее паренхимы или очаги некроза. Желчный пузырь часто увеличен в объеме (рисунок 2).

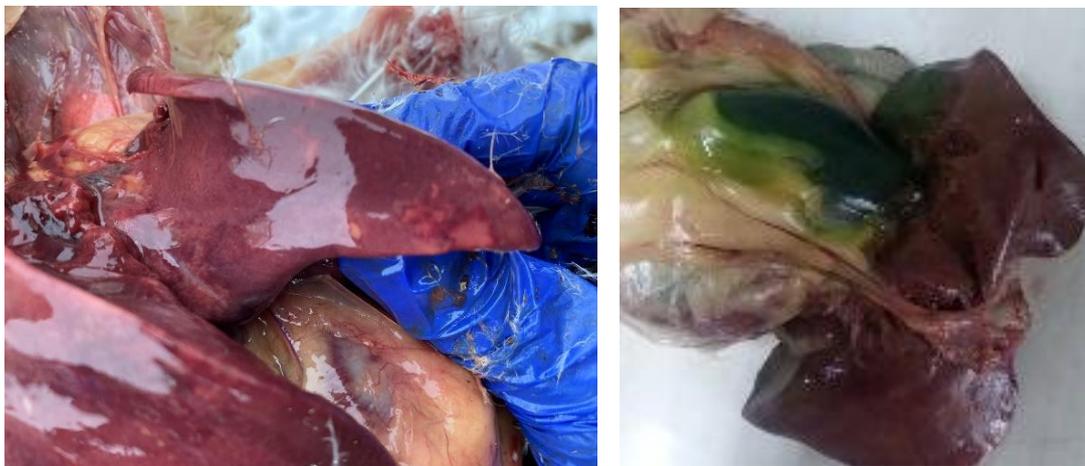


Рисунок 2 – Поражение печени при гистомонозе

Диаметр слепых кишок увеличен, стенки уплотнены, просветы заполнены пенистым содержимым, слизистая геморрагически воспалена, в некоторых местах с крупинками казеозной массы (рисунок 3).



Рисунок 3 – Различная степень поражения слепых кишок цыплят при гистомонозе

В содержимом слепых кишок выявлены нематоды *Heterakis gallinarum* с интенсивностью инвазии 11-51 экз., в стенке кишок – паразитарные узелки размером до 8 мм (при исследовании их компрессорным методом обнаружены личинки гетеракисов), некоторые с кратерообразными углублениями, в которых также обнаруживали нематод (рисунок 4).



Рисунок 4 – Гетеракидозные узелки в слизистой оболочке слепой кишки цыпленка

В основе гистологических изменений печени ведущее место занимают дегенеративно-некротические и воспалительные процессы продуктивного типа, наблюдаются кровоизлияния в паренхиме и наличие гистомонасов на границе здоровой и некротизированной ткани (рисунок 5).

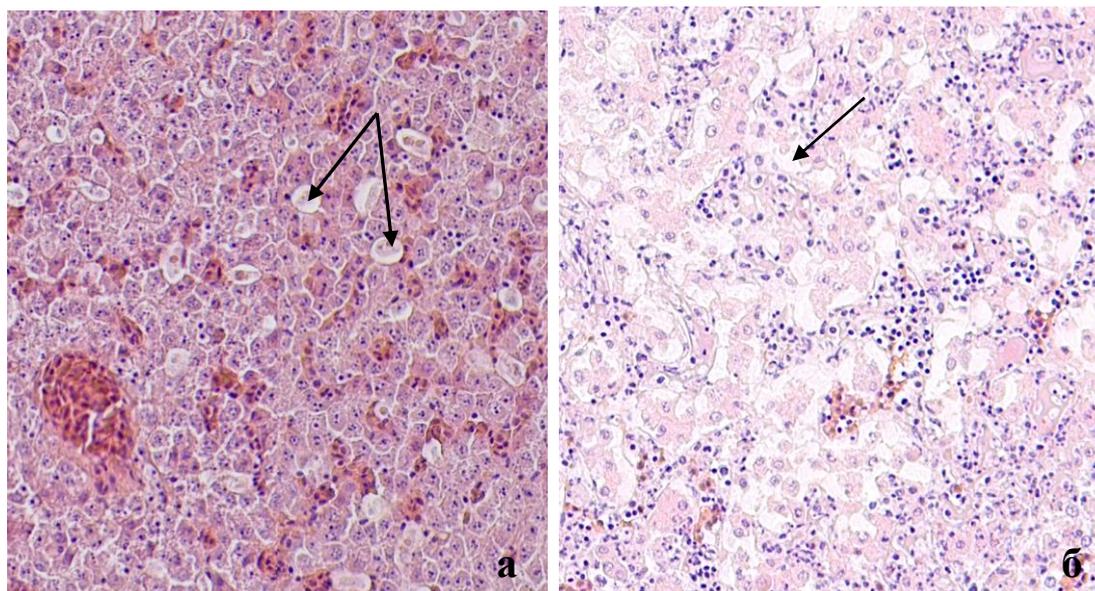


Рисунок 5 – Генерации *Histomonas meleagridis* в печени курицы-несушки товарного стада (а – начало болезни, б – разгар болезни). Гематоксилин-эозин, х 600

Патологоанатомическая диагностика гистомоноза типична: дифтеритическое воспаление слепых кишок, множественные участки коагуляционного некроза кратерообразной и полигональной формы в печени. В гистопрепаратах пораженной печени легко обнаруживаются гистомонасы, что является основным критерием для дифференциации его от болезней со схожими патологоанатомическими изменениями.

Заключение. По результатам исследований в условиях хозяйств Витебской области было установлено, что экстенсивность гистомонозной инвазии составила 41-72% у индюшат и 18-32% у цыплят, летальность – 47,8% и 16,3% соответственно.

Диагноз на гистомоноз устанавливается при обнаружении полного комплекса характерных для него изменений. Однако следует иметь в виду, что:

- клинические признаки гистомоноза нехарактерны, что затрудняет прижизненную диагностику болезни;

- метод «раздавленной капли» позволяет поставить только предположительный диагноз из-за наличия различных жгутиковых (*Trichomonas spp.*, *Chilomastix gallinarum*, *Eutrichomastix gallinarum*, *Hexamitus spp.*) в кишечнике птицы;

- окрашенные мазки и мазки-отпечатки пораженных органов информативны при условии соблюдения правил отбора проб и изготовления препаратов;

- патологоанатомические изменения типичны, однако требуют подтверждения путем гистологических исследований.

Поэтому необходимо использовать дополнительные методы лабораторной диагностики, такие как ПЦР, которая позволяет исключить ложноположительные результаты.

Conclusion. According to the results of research on farms of the Vitebsk region it was found that the extensive rate of histomonas invasion was 41-72% in turkeys and 18-32% in chickens, lethality rate – 47.8% and 16.3%, respectively.

The diagnosis of histomoniasis is confirmed when a full complex of changes characteristic of it is detected. However, it should be borne in mind that:

- clinical signs of histomoniasis are uncharacteristic, which complicates the lifetime diagnosis of the disease;

- the 'crushed drop' method allows only a presumptive diagnosis due to the presence of various flagellates (*Trichomonas spp.*, *Chilomastix gallinarum*, *Eutrichomastix gallinarum*, *Hexamitus spp.*) in the intestine of birds;

- stained smears and smear-prints of affected organs are informative, provided the rules of sampling and preparation are followed;

- pathological and anatomical changes are typical, but require confirmation by histological examination.

Therefore, it is necessary to use additional laboratory diagnostic methods, such as PCR, which eliminates false-positive results.

Список литературы.

1. Зоология : учебник / А. И. Ятусевич, Н. И. Олехнович, А. М. Субботин [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 448 с.

2. Кощеев, В. А. Современный видовой состав орнитофауны Чашникского района / В. А. Кощеев // Экологическая культура и охрана окружающей среды: II Дорофеевские чтения : материалы Международной научно-практической конференции, Витебск, 29–30 ноября 2016 года / Витебский государственный университет. – Витебск : Витебский государственный университет имени П. М. Машерова, 2016. – С. 199–201.

3. Пространственно-типологическая структура населения птиц естественных и трансформированных экосистем Белорусского Поозерья : монография / В. Я. Кузьменко, С. А. Дорофеев, В. В. Ивановский [и др.]; под редакцией В. Я. Кузьменко. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2021. – 220 с.

4. Титова, Т. Г. Лабораторная диагностика гистомоноза индейки / Т. Г. Титова, И. М. Бирюков, Е. А. Симонова // Эффективное животноводство. – 2017. – № 3 (133). – С. 29–31.

5. Cushman, S. The production of turkeys / S. Cushman // R. I. Agric. Exp. Sta. Bull. – 1893. – Vol. 25. – P. 89–123.

6. Гистомоноз / С. А. Руденко, В. Н. Афонюшкин, Ю. Н. Андреева [и др.] // БИО. – 2020. – № 2 (233). – С. 24–29.

7. Бакулин, В. А. Гистомоноз птиц / В. А. Бакулин // Птицеводство. – 2021. – № 11. – С. 52–61. – DOI 10.33845/0033-3239-2021-70-11-52-61.

8. Патоморфологическая диагностика болезней продуктивной птицы, протекающих с поражением пищеварительного канала / И. Н. Громов, О. Ю. Черных, Л. П. Мищенко, А. С. Сенченкова // Научная жизнь. – 2024. – Т. 19, № 1(133). – С. 101–113. – DOI 10.26088/1991-9476-2024-19-1-101-113.

9. Методические рекомендации по выполнению паразитологических методов лабораторной диагностики гельминтозов, протозоозов и арахноэнтомозов / А. И. Ятусевич, И. Н. Дубина, В. А. Самсонович [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 44 с.

10. Громов, И. Н. Отбор и фиксация патологического материала для гистологической диагностики болезней птиц : рекомендации / И. Н. Громов, В. С. Прудников, Н. О. Лазовская. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 24 с.

References.

1. Zoologiya : uchebnik / A. I. YAtusevich, N. I. Olekhnovich, A. M. Subbotin [i dr.]. – Minsk : IVC Minfina, 2017. – 448 s.

2. Koshcheev, V. A. Sovremennyy vidovoy sostav ornitofauny Chashnikskogo rajona / V. A. Koshcheev // Ekologicheskaya kul'tura i ohrana okruzhayushchej sredy: II Dorofeevskie chteniya : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Vitebsk, 29–30 noyabrya 2016 goda / Vitebskij gosudarstvennyj universitet. – Vitebsk : Vitebskij gosudarstvennyj universitet imeni P. M. Masherova, 2016. – S. 199–201.

3. Prostranstvenno-tipologicheskaya struktura naseleniya ptic estestvennyh i transformirovannyh ekosistem Belorusskogo Poozer'ya : monografiya / V. Ya. Kuz'menko, S. A. Dorofeev, V. V. Ivanovskij [i dr.]; pod redakciej V. Ya. Kuz'menko. – Vitebsk : VGU imeni P. M. Masherova, 2021. – 220 s.

4. Titova, T. G. Laboratornaya diagnostika gistomonoza indejki / T. G. Titova, I. M. Biryukov, E. A. Simonova // Effektivnoe zhivotnovodstvo. – 2017. – № 3 (133). – S. 29–31.

5. Cushman, S. *The production of turkeys* / S. Cushman // *R. I. Agric. Exp. Sta. Bull.* – 1893. – Vol. 25. – P. 89–123.
6. *Gistomonoz* / S. A. Rudenko, V. N. Afonyushkin, Yu. N. Andreeva [i dr.] // *BIO.* – 2020. – № 2 (233). – S. 24–29.
7. Bakulin, V. A. *Gistomonoz ptic* / V. A. Bakulin // *Pticevodstvo.* – 2021. – № 11. – S. 52–61. – DOI 10.33845/0033-3239-2021-70-11-52-61.
8. *Patomorfologicheskaya diagnostika boleznej produktivnoj pticy, protekayushchih s porazheniem pishchevaritel'nogo kanala* / I. N. Gromov, O. Yu. Chernyh, L. P. Mishchenko, A. S. Senchenkova // *Nauchnaya zhizn'.* – 2024. – T. 19, № 1(133). – S. 101–113. – DOI 10.26088/1991-9476-2024-19-1-101-113.
9. *Metodicheskie rekomendacii po vypolneniyu parazitologicheskikh metodov laboratornoj dia-gnostiki gel'mintozov, protozoozov i arahnoentomozov* / A. I. Yatusevich, I. N. Dubina, V. A. Samsonovich [i dr.] ; *Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny.* – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 44 s.
10. *Gromov, I. N. Otbor i fiksaciya patologicheskogo materiala dlya gistologicheskoy diagnostiki boleznej ptic : rekomendacii* / I. N. Gromov, V. S. Prudnikov, N. O. Lazovskaya. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 24 s.

Поступила в редакцию 14.02.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-39-43
УДК 60:636.2.082.453.52

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПО СОСТАВУ СРЕД ПРИ КАПАЦИТАЦИИ СПЕРМЫ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Голубец Л.В. ORCID ID 0009-0000-0913-5372, Кирикович Ю.К. ORCID ID 0009-0004-8130-4360, Януть Н.В. ORCID ID 0009-0005-2100-3862, Сапсалеу С.А. ORCID ID 0009-0001-0692-4373, Петрушко Е.В. ORCID ID 0009-0004-6096-3391, Пайтерова О.В. ORCID ID 0009-0006-3972-3777
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь

*В статье представлены результаты эффективности использования различных по составу питательных сред для приготовления градиента плотности Перколла. Установлено, что капацитация, независимо от способа ее проведения, позволяет увеличить долю половых гамет с прямолинейно-поступательным движением (ППД) и элиминировать практически все морфологически аномальные клетки. Применение градиента плотности Перколла, приготовленного на среде собственного производства, позволило увеличить долю сперматозоидов с ППД по сравнению с контролем на 38,3 п.п., Тироде – 38,4 п.п. и Vitrogen – на 47,6 п.п. **Ключевые слова:** капацитация, поливинилпирролидон, Перколл, градиент плотности, осмолярность, подвижность, сперматозоиды, центрифугирование.*

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF MEDIA OF VARIOUS COMPOSITIONS IN THE SPERM CAPACITATION OF SIRE BULLS

Golubets L.V., Kirikovich Yu.K., Yanut N.V., Sapsaleu S.A., Petrushko E.V., Paitserava V.V.
RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Breeding", Zhodino, Republic of Belarus

*The article presents the results of the effectiveness of using nutrient media of various compositions for the preparation of Percolation density gradients. It has been established that capacitation, regardless of the method of its implementation, makes it possible to increase the proportion of sex gametes with rectilinear translational motion (RTM) and eliminate almost all morphologically abnormal cells. The use of a Percolation density gradient prepared on a self-produced medium made it possible to increase the proportion of spermatozoa with RTM by 38.3 percentage points compared to the control, Tyrode - 38.4 percentage points and Vitrogen - by 47.6 percentage points. **Keywords:** capacitation, polyvinylpyrrolidone, percolation, density gradient, osmolarity, motility, spermatozoa, centrifugation.*

Введение. Перколл является одним из инструментов для более эффективного разделения клеток, органелл и вирусов путем центрифугирования. Состоит из коллоидных частиц кремнезема диаметром 15-30 нм (23% по весу в воде), покрытых поливинилпирролидоном (ПВП), и, как правило, используется для создания нетоксичных градиентов плотности с низкой вязкостью и низкой осмолярностью, которые можно использовать для изоляции клеток в мягких условиях при сохранении их жизнеспособности и морфологической целостности [1, 2, 3]. Низкая вязкость позволяет изолировать клетки на предварительно сформированных градиентах всего за несколько минут, используя низкие центробежные силы (от 200 до 1000 g).

Цель исследований. Изучить эффективность использования различных по составу питательных сред для приготовления градиента плотности Перколла при капацитации спермы быков-производителей к оплодотворению.

Материалы и методы исследований. В исследованиях изучена эффективность использования градиента плотности Перколла различных концентраций, приготовленных на основе собственной среды, Тироде и Vitrogen. В опыте рабочая колонка градиента плотности состояла из 90 и 45% Перколла. Изготовление 90% концентрации проводилось на основе вышперечисленных сред, а 45% – путем добавления равных частей 90% Перколла и исследуемой среды с последующим перемешиванием. Формирование коллоидной колонки проводилось путем последовательного наслаивания в пробирку 90 и 45% Перколла. При использовании среды Vitrogen колонка поливинилпирролидона состояла из 90 и 45% градиента по 400 мкл каждой части, а сред собственного производства и Тироде – по 800 мкл. После приготовления ступенчатой колонки, состоящей из 90%, 45% Перколла и оттаянной спермы, проводилось центрифугирование в зависимости от изучаемых сред: Vitrogen в течение 6 мин. 600 g, собственного производства и Тироде – 10 мин. 300g. После центрифугирования супернатант удалялся, а осадок 80-100 мкл разбавлялся средой для оплодотворения и снова центрифугировался в режиме 150 g, 3 мин. и 300 g, 10 мин. соответственно. После второго центрифугирования осадок со спермой

гомогенизировался и оценивался по двигательной активности и наличию морфологических аномалий с помощью SpermVision™ Professional при использовании среды Vitrogen, а в случае применения сред Тироде и собственного приготовления разбавлялся средой оплодотворения с гепарином и вновь центрифугировался с последующим анализом. Контролем служила сперма, подготовленная к оплодотворению с использованием процедуры Swim-Up (флотация), которая осуществлялась следующим образом: оттаянная сперма подслаивалась под 1 мл среды капацитации и переносилась в CO₂ – инкубатор на 1 час. За это время наиболее активные и жизнеспособные сперматозоиды всплывали в верхнюю часть колонки, отбирались и переносились в чистую пробирку в 1 мл среды для капацитации. После этого проводилось центрифугирование в течение 10 мин. 3000 об/мин. Затем надосадочная жидкость удалялась, осадок суспендировался и разбавлялся средой для капацитации с гепарином (1 мл) и снова центрифугировался в том же режиме. Далее супернатант удалялся, а осадок разбавлялся и центрифугировался со средой для оплодотворения (1 мл) в том же режиме. Данную процедуру проводили дважды. После удаления верхней фракции жидкости осадок оценивался по следующим показателям: доля подвижных сперматозоидов, %; доля спермиев с прямолинейным поступательным движением (ППД), %; DCL – пройденному расстоянию криволинейного движения, мкм; DAP – пройденному расстоянию по средней траектории движения, мкм; DSL – пройденному расстоянию прямолинейного движения, мкм; VCL – скорости при криволинейном движении, мкм/с; VAP – скорости продвижения головки сперматозоида по средней траектории движения, мкм/с; VSL – скорость прямолинейного движения головки спермия вдоль прямого отрезка между начальной и конечной точками траектории, мкм/с; LIN – степени линейности (VSL/VCL), %; STR – степени прямолинейного движения сперматозоидов (полезное перемещение)(VSL/VAP), %; WOB – степени отклонения (VAP/VCL) (величина, описывающая колебание реальной траектории относительно усредненной), %; BCF – частоте колебательного движения (средняя частота, с которой реальная траектория сперматозоида пересекает усредненную траекторию), колебаний/сек; ALH – среднему боковому отклонению головки (отклонение головки относительно средней траектории), мкм; наличие проксимальных (аномалия головки) и дистальных капель (аномалия тела), дефектов хвостика (изогнутость или изломанность), %.

Результаты исследований. В таблице 1 представлены результаты исследований эффективности использования различных по составу питательных сред для приготовления градиента плотности Перколл, влияющих на основные кинематические показатели сперматозоидов при их подготовке к оплодотворению.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что доля подвижных сперматозоидов в образце спермы, подготовленной по процедуре Swim-Up (контроль), увеличилась после капацитации на 14,7 п.п., при использовании собственной среды – на 29,1 п.п., среды Тироде – на 35,3 п.п. и среды Vitrogen – на 40,2 п.п. В том числе с прямолинейно-поступательным движением – на 8,2 п.п., 27,3 п.п., 24,2 и 40,2 п.п. соответственно. Использование для приготовления градиента плотности Перколл разработанной среды в отличие от контроля позволило увеличить долю подвижных сперматозоидов на 14,2 п.п., Тироде – 16,8 п.п. и Vitrogen – 21,5 п.п., в том числе долю спермиев с прямо поступательным движением – на 38,3 п.п., 38,4 п.п. и 47,6 п.п. соответственно. В целом капацитация спермы с использованием градиента плотности позволила увеличить долю подвижных спермиев по сравнению с флотацией на 17,5 п.п., в том числе с прямо поступательным движением – на 41,4 п.п.

Пройденное расстояние прямолинейного движения после капацитации спермы в контрольной среде увеличилось на 8,0 п.п., при использовании сред собственного изготовления – на 8,9 п.п., Тироде – 11,9 п.п. и Vitrogen – 15,2 п.п. При этом скорость прямолинейного движения возросла на 14,4 п.п., 14,4 п.п., 24,9 п.п. и на 33,3 п.п. соответственно. Такое увеличение скорости и пройденного расстояния сперматозоидов свидетельствует о таком феномене, как «гиперактивация» – внезапное ускорение спермиев во время их приближения к яйцеклетке при оплодотворении.

Отмечается увеличение скорости криволинейного движения после капацитации, независимо от используемой среды в 1,8; 7,5; 9,2; и 13,4 раза при использовании флотации, сред собственного изготовления, Тироде и Vitrogen, соответственно. Степень линейности реальной траектории в опытных группах, в отличие от контроля, была несколько выше перед капацитацией, а отклонение головки относительно средней траектории наоборот – после капацитации. Линейность усредненной траектории значительно снижалась после капацитации, а ее значения были одинаковыми для всех групп, включая контрольную. Степень колебания реальной траектории относительно усредненной практически не изменялась. Частота колебательного движения или частота биения головки после капацитации увеличивалась на 9,5-21,7 п.п. При использовании сред собственного изготовления, Тироде и Vitrogen по сравнению с контрольной группой данный показатель был выше на 6,9, 8,2 и 12,2 п.п., соответственно.

Таблица 1 – Эффективность различных сред при приготовлении градиента плотности Перколл

| Показатели | Swim Up (флотация), контроль | | Перколл | | | | | |
|---|------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| | до капацитации | после капацитации | разработанная среда | | Тироде | | Vitrogen | |
| | | | до капацитации | после капацитации | до капацитации | после капацитации | до капацитации | после капацитации |
| Доля подвижных сперматозоидов, % | 31,8±4,12 | 46,5±3,84 | 31,6±3,94 | 60,7±3,14 | 28,0±15,62 | 63,3±3,20 | 27,8±4,50 | 68,0±2,69 |
| Доля спермиев с прямолинейным поступательным движением (ППД), % | 12,1±2,49 | 20,3±3,42 | 31,3±3,84 | 58,6±3,10 | 34,5±8,16 | 58,7±3,05 | 27,7±4,49 | 67,9±2,68 |
| Пройденное расстояние по средней траектории движения (DAP), мкм | 14,78±2,69 | 24,10±3,10 | 2,03±0,36 | 20,36±1,62 | 1,63±0,41 | 20,59±1,47 | 1,21±0,32 | 23,27±1,29 |
| Пройденное расстояние прямолинейного движения (DSL), мкм | 12,7±2,32 | 20,7±2,86 | 8,9±0,17 | 17,8±1,5 | 6,0±0,16 | 17,9±1,32 | 5,0±0,15 | 20,2±1,20 |
| Скорость прямолинейного движения между начальной и конечной точками (VSL), мкм/с | 27,5±5,0 | 46,9±6,56 | 18,8±0,36 | 38,2±3,13 | 13±0,36 | 37,9±2,75 | 10±0,32 | 43,3±2,48 |
| Скорость продвижения по средней траектории движения, усредненная по времени скорость (VAP), мкм/с | 32±5,79 | 54,6±7,08 | 43±0,74 | 43,9±3,41 | 35±0,85 | 43,9±3,07 | 25±0,68 | 50,1±2,71 |
| Пройденное расстояние криволинейного движения (DCL), мкм | 2,7±0,58 | 47,2±6,10 | 5,8±1,01 | 42,3±3,37 | 4,7±1,13 | 42,5±2,94 | 3,6±0,91 | 48,6±2,64 |
| Скорость при криволинейном движении, (VCL), мкм/с | 57,4±10,69 | 105,7±13,5 | 12,0±2,06 | 90,3±6,98 | 9,7±2,30 | 89,8±6,12 | 7,7±1,91 | 103,6±5,47 |
| Степень линейности, линейность реальной траектории, LIN (VSL/VCL), % | 0,5±0,04 | 0,4±0,04 | 1,6±0,02 | 0,4±0,02 | 1,3±0,02 | 0,4±1,32 | 1,3±0,02 | 0,4±0,01 |
| Степень прямолинейного движения сперматозоидов, линейность усредненной траектории, STR (VSL/VAP), % | 8,6±0,06 | 0,9±0,06 | 4,4±0,04 | 0,9±0,04 | 3,7±0,05 | 0,9±0,04 | 4,0±0,05 | 0,9±0,02 |
| Степень колебания реальной траектории относительно усредненной, WOB (VAP/VCL), % | 0,06±0,04 | 0,51±0,04 | 0,34±0,04 | 0,49±0,02 | 0,36±0,05 | 0,49±0,95 | 0,32±0,03 | 0,48±0,01 |
| Частота колебательного движения, частота биения головки (BCF), колебаний/сек | 13,5±2,32 | 23,0±2,71 | 4,2±0,96 | 20,9±1,60 | 3,4±1,12 | 21,1±1,47 | 2,3±0,85 | 24,0±1,28 |
| Отклонение головки относительно средней траектории (ALH), мкм | 1,5±0,25 | 2,8±0,36 | 0,9±0,23 | 2,7±0,23 | 1,9±1,03 | 2,9±0,22 | 0,6±0,2 | 3,1±0,20 |

Важным показателем оплодотворяющей способности спермы является наличие и величина доли спермиев с морфологическими отклонениями (таблица 2), к которым относятся такие аномалии, как наличие проксимальной капли (аномалия головки), дистальной капли (аномалия тела) и аномалия хвостика (изогнутый или изломанный хвостик).

Таблица 2 – Влияние градиента плотности Перколл на элиминацию морфологически аномальных сперматозоидов

| Наименование среды | | Морфология сперматозоидов | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | доля клеток с нормальной и аномальной морфологией, % | | | | | |
| | | головка | | тело | | хвостик | |
| | | нормальная | аномальная | нормальная | аномальная | нормальная | аномальная |
| SwimUp (флотация) (контроль) | до капацитации | 95,39 | 4,61 | 93,43 | 6,57 | 96,53 | 3,47 |
| | после капацитации | 98,85 | 1,15 | 97,86 | 2,14 | 98,68 | 1,32 |
| Разработанная среда | до капацитации | 95,24 | 4,76 | 97,23 | 2,77 | 96,01 | 3,99 |
| | после капацитации | 99,94 | 0,06 | 99,95 | 0,05 | 99,93 | 0,07 |
| Тироде | до капацитации | 95,58 | 4,42 | 96,95 | 3,05 | 96,73 | 2,27 |
| | после капацитации | 100 | - | 99,89 | 0,11 | 99,87 | 0,13 |
| Vitrogen | до капацитации | 96,44 | 3,56 | 95,43 | 4,57 | 96,35 | 3,65 |
| | после капацитации | 99,98 | 0,02 | 99,97 | 0,03 | 99,97 | 0,03 |

Согласно результатам исследований, представленных в таблице 2, до капацитации количество спермиев с аномалиями головки находилось практически на одном уровне и колебалось в пределах 3,56-4,76%, тела – 3,05-6,57% и с дефектами хвостика – 2,27-3,99%. Общая доля морфологически аномальных спермиев до капацитации составила в контроле 14,7%, при использовании разработанной среды - 11,52%, Тироде – 9,74% и Vitrogen – 11,78%. После созревания сперматозоидов данный показатель в контроле снизился до 4,61%, или на 10,1 п.п. В опытных группах дефектных сперматозоидов после капацитации практически не обнаруживалось. Доля нормальных спермиев составляла в среднем для сред собственного изготовления 99,94%, Тироде – 99,92% и Vitrogen – 99,97%. Таким образом, использование градиента плотности Перколл при подготовке спермы к оплодотворению позволяет элиминировать практически все морфологически аномальные клетки из спермы.

Заключение. Установлено, что капацитация, независимо от способа ее проведения, позволяет увеличить доли подвижных сперматозоидов и половых гамет с прямолинейным поступательным движением (ППД), DAP, DCL, DSL VCL; VAP, VSL, WOB, BCF, ALH и элиминировать практически все морфологически аномальные клетки. Применение градиента плотности Перколла, приготовленного на среде собственного производства, позволило увеличить долю подвижных спермиев и их ППД по сравнению с контролем (флотация) на 14,2 и 38,3 п.п., Тироде – 16,8 и 38,4 п.п. и Vitrogen – на 21,5 и 47,6 п.п. и снизить количество аномальных клеток на 4,43, 4,37 и 4,53 п.п. соответственно.

Conclusion. It has been established that capacitation, regardless of the method of its implementation, allows increasing the proportion of motile spermatozoa and sex gametes with rectilinear translational motion (RTM), DAP, DCL, DSL VCL; VAP, VSL, WOB, BCF, ALH and eliminating almost all morphologically abnormal cells. The use of a density gradient of the capsule prepared on a self-produced medium allowed to increase the proportion of visible sperm and their PPD compared to the control (flotation) by 14.2 and 38.3 percentage points, Tyrode – 16.8 and 38.4 percentage points, and Vitrogen - by 21.5 and 47.6 percentage points. and reduce the number of abnormal cells by 4.43, 4.37 and 4.53 percentage points, respectively.

Список литературы.

1. The efficacy of gradient Percoll® on bull sperm separation for in vitro fertilization / M. Samardžija, T. Dobranić, M. Karadjole [et al.] // Veterinarski arhiv. – 2006. – Vol. 76(1). – P. 37–44.
2. Laurent, T. C. Physical chemical characterization of Percoll. I. Particle weight of the colloid / T. C. Laurent, H. Pertoft, H. O. Nordli // J. Colloid Interface Sci. – 1980. – Vol. 76. – P. 124–132. – DOI: 10.1016/0021-9797(80)90277-5.

3. Wolff, D. A. *The Separation of Cells and Subcellular Particles by Colloidal Silica Density Gradient Centrifugation* / D. A. Wolf // *Methods in Cell Biology*. – 1975. – Vol. 10. – P. 85–104. – DOI: 10.1016/s0091-679x(08)60731-1.

References.

1. *The efficacy of gradient Percoll® on bull sperm separation for in vitro fertilization* / M. Samardžija, T. Dožbranić, M. Karadjole [et al.] // *Veterinarski arhiv*. – 2006. – Vol. 76(1). – P. 37–44.

2. Laurent, T. C. *Physical chemical characterization of Percoll. I. Particle weight of the colloid* / T. C. Laurent, H. Pertoft, H. O. Nordli // *J. Colloid Interface Sci.* – 1980. – Vol. 76. – P. 124–132. – DOI: 10.1016/0021-9797(80)90277-5.

3. Wolff, D. A. *The Separation of Cells and Subcellular Particles by Colloidal Silica Density Gradient Centrifugation* / D. A. Wolf // *Methods in Cell Biology*. – 1975. – Vol. 10. – P. 85–104. – DOI: 10.1016/s0091-679x(08)60731-1.

Поступила в редакцию 14.02.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-43-47

УДК 633.37:631.5

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМОВ ИЗ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ

Зенькова Н.Н. ORCID ID 0000-0002-7071-8830, Моисеева М.О. ORCID ID 0000-0003-1740-2877, Ганущенко О.Ф. ORCID ID 0000-0002-2373-3325, Зенькова О.В. ORCID ID 0009-0003-9787-7254, Шлома Т.М. ORCID ID 0000-0001-5151-2960, Ковалёва И.В. ORCID ID 0000-0003-2301-1397

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье приводятся результаты исследований по изучению биохимических показателей и качественного состава консервированных кормов из галеги восточной в зависимости от фазы вегетации растений, содержания сухого вещества в сырье и использования консерванта. Максимальное содержание питательных веществ в приготовленных кормах выявлено в фазу стеблевания при среднем уровне проявлявания сырья (41% СВ). **Ключевые слова:** галега восточная, протеин, жир, зола, клетчатка, концентрация обменной энергии, концентрация сырого протеина.*

BIOCHEMICAL PARAMETERS AND NUTRITIONAL VALUE OF PRESERVED FEEDS PRODUCED FROM GALEGA ORIENTALIS

Zenkova N.N., Moiseeva M.O., Ganuschenko O.F., Zenkova O.V., Shloma T.M., Kovaleva I.V.
Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The article presents the results of studies on the biochemical indicators and qualitative composition of preserved feed from Galega orientalis depending on the phase of plant vegetation, dry matter content in raw materials and the use of a preservative. The maximum content of nutrients in the prepared feeds was found in the stemming phase with an average level of raw material wilting (41% DM). **Keywords:** Galega orientalis, protein, fat, ash, fiber, concentration of metabolized energy, concentration of crude protein.*

Введение. В настоящее время проблема кормов с высоким содержанием белка для животноводства по-прежнему является актуальной. Решение проблемы растительного белка в условиях социально-экономического кризиса возможно за счет расширения посевов многолетних бобовых трав. Их использование в качестве сырья дает возможность получать не только высокопитательные и экологически чистые, но и наиболее дешевые корма, использование которых способствует снижению себестоимости и повышению конкурентоспособности продукции животноводства [1, 2, 3].

Для увеличения производства кормов с низкой себестоимостью необходимо расширять посевные площади возделывания галеги восточной, разрабатывать новые и совершенствовать известные технологии приготовления кормов, способствующие максимальному снижению потерь протеина и других питательных веществ на всех этапах кормозаготовки и использования. Имеющийся опыт интродукции галеги свидетельствует о высокой биологической пластичности и больших потенциальных возможностях данной культуры [4, 5].

Поэтому внедрение в производство кормов из галеги восточной может стать существенным резервом в решении данного вопроса. Эта культура характеризуется длительным периодом хозяйственного использования и высокой продуктивностью. В условиях республики по продуктивности она не уступает или превосходит традиционные культуры на 15–25%. Кроме того, галегу восточную отличает стабильная урожайность даже в годы с кратковременной весенней или летней засухой, которые часто наблюдаются в условиях нашей республики. В настоящее время недостаточно научных разработок, направленных на изучение качественного состава как зеленой массы (исходного сырья), так и консервированных кормов из галеги восточной [6, 7, 8]. Изучение и решение вышеука-

занных проблем являются актуальными и имеют широкий выход в практику, что и предопределило цель наших исследований.

Целью наших исследований было изучение биохимических показателей и питательной ценности консервированных кормов из галеги восточной в зависимости от фазы вегетации и содержания сухого вещества.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований явились приготовленные консервированные корма из галеги восточной, из сырья, убранного в фазы стеблевания и бутонизации при проявлении до уровня сухого вещества (СВ): 35% – умеренный (1 вариант), 40% – средний (2 вариант), 45% – глубокий уровень (3 вариант) проявлявания. Консервирование кормов проводили двумя способами – самоконсервированием (спонтанное, т.е. самопроизвольное, силосование без консерванта), а также с применением биологического консерванта («Лактофлор-Фермент Премиум»).

Исследования химического состава приготовленных кормов проведены в научно-исследовательском институте (НИИ) прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ в 2023-2024 гг. по схеме общего зоотехнического анализа.

Результаты исследований. Анализ полученных результатов исследований показал, что максимальная концентрация обменной энергии (10,52-10,60 МДж) и кормовых единиц (0,9-0,91) отмечена в кормах, приготовленных из галеги в фазу стеблевания при среднем уровне проявлявания сырья (2 вариант). При этом наилучшими показателями протеиновой питательности обладал консервированный корм, приготовленный при умеренной степени проявлявания сырья (1 вариант). В 1 кг СВ этого силоса содержалось 230-231 г сырого протеина, а обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином составляла 208,6-209,5 г.

Таблица 1 – Энергетическая и протеиновая питательность консервированных кормов из галеги восточной

| Вариант | Наименование корма | СВ % | В 1 кг сухого вещества | | | | Обеспеченность 1 к.ед. ПП |
|-------------------------|-----------------------|---------|------------------------|--------------|-----------|---------|------------------------------|
| | | | ОЭ МДж | К. ед. кг | П.П. г | СП г | |
| Фаза стеблевания | | | | | | | |
| 1 | Силаж без консерванта | 33,6 | 10,09 | 0,86 | 179,4 | 230,0 | 208,6 |
| | Силаж с консервантом | 34,9 | 10,11 | 0,86 | 180,2 | 231,0 | 209,5 |
| 2 | Сенаж без консерванта | 40,0 | 10,52 | 0,90 | 128,7 | 195,0 | 143,0 |
| | Сенаж с консервантом | 40,9 | 10,60 | 0,91 | 130,7 | 198,0 | 143,6 |
| 3 | Сенаж без консерванта | 43,7 | 10,20 | 0,86 | 119,5 | 181,0 | 139,0 |
| | Сенаж с консервантом | 46,2 | 10,30 | 0,88 | 122,1 | 185,0 | 138,8 |
| Фаза бутонизации | | | | | | | |
| 1 | Силаж без консерванта | 33,8 | 9,48 | 0,80 | 143,3 | 191,0 | 179,1 |
| | Силаж с консервантом | 34,1 | 9,54 | 0,81 | 146,3 | 195,0 | 180,6 |
| 2 | Сенаж без консерванта | 40,3 | 9,79 | 0,78 | 107,1 | 170,0 | 137,3 |
| 3 | Сенаж без консерванта | 43,2 | 9,42 | 0,72 | 95,8 | 152,0 | 133,1 |

При заготовке консервированных кормов из галеги в фазу бутонизации максимальная концентрация обменной энергии также выявлена во 2 варианте, где этот показатель составил 9,79 МДж. Максимальное содержание кормовых единиц (0,8-0,81 корм. ед.), сырого протеина (195-191 г в 1 кг СВ), обеспеченности кормовой единицы ПП (179,1-180,6 г) отмечено при 1 варианте проявлявания сырья.

Наблюдается устойчивая тенденция к снижению концентрации сырого протеина при увеличении продолжительности проявлявания исходного сырья как в фазу стеблевания, так и в фазу бутонизации. В консервированном корме, приготовленном из проявленного сырья при умеренном уровне проявлявания (вариант 1) в фазу стеблевания, концентрация СП составила 23,0% без использования консерванта и 23,1% с консервантом, что на 0,20-0,30% ниже, чем в исходном сырье. Очевидно, что высокой сохранности сырого протеина способствовали погодные условия в период проведения опыта (высокая температура воздуха и скорость ветра), что позволило быстро проявить зеленую массу. При среднем уровне проявлявания (вариант 2) концентрация СП в СВ готового корма составила 19,5% без консерванта и 19,8% с консервантом, что на 3,0-3,3% ниже, чем в исходном сырье. При глубокой степени проявлявания (вариант 3) концентрация СП в СВ готового корма составляла только 18,1% без использования консерванта и 18,5% с консервантом, что на 3,8-4,2% ниже, чем в исходном сырье. Значительное влияние на концентрацию СП оказала фаза вегетации. Исходное сырье, убранное в фазу бутонизации, при 1 варианте проявлявания (СВ 35,9%) содержало 20,26% СП, что на 0,8-1,2% выше, чем в готовых

кормах с и без консерванта, однако этот показатель был ниже, чем при заготовке корма в фазу стеблевания. При 2 варианте проявлявания концентрация сырого протеина в готовом корме без консерванта составляла 17,0%, что на 3,17% ниже, чем в исходном сырье. Очевидно, что потери сырого протеина в готовом корме, по сравнению с исходным сырьем, обусловлены более длительным периодом проявлявания, что связано с морфологическими особенностями данной культуры – высокая облиственность и мощный стебель. При глубоком уровне проявлявания (45,7% СВ) концентрация сырого протеина в готовом корме без использования консерванта составляла всего 15,2%, что на 4,3% ниже, чем в исходном сырье и на 3,3% меньше, чем в фазу стеблевания.

При заготовке консервированных кормов из галеги в фазе бутонизации оптимальным для производства являлся вариант при среднем уровне проявлявания сырья, то есть около 40% СВ, так как энергетическая и протеиновая питательность кормов характеризовалась оптимальными показателями при отсутствии масляной кислоты. Глубокое проявление (до 45% СВ) приводило к существенному снижению концентрации переваримого протеина. Для получения высококачественных консервированных кормов, помимо соблюдения технологии консервирования, важно обеспечить ускоренное проявление зеленой массы.

Изучение показателей качества брожения в полученных кормах показало наличие масляной кислоты в силосах, приготовленных из сырья при умеренном уровне проявлявания: как в фазе стеблевания, так и в фазе бутонизации (таблица 2). Даже внесение в этом варианте биологического консерванта не позволило полностью избежать накопления масляной кислоты.

Таблица 2 – Биохимические показатели консервированных кормов галеги восточной

| Вариант | Корма | рН | Количество кислот, % | | | Сумма кислот, % | Соотношение кислот, % | | |
|-------------------------|-----------------------|------|----------------------|----------|----------|-----------------|-----------------------|----------|----------|
| | | | молочная | уксусная | масляная | | молочная | уксусная | масляная |
| Фаза стеблевания | | | | | | | | | |
| 1 | Силаж без консерванта | 4,03 | 4,9281 | 0,2281 | 0,1287 | 5,2849 | 93,25 | 4,32 | 2,44 |
| | Силаж с консервантом | 4,10 | 4,8690 | 0,2819 | 0,0223 | 5,1732 | 94,12 | 5,45 | 0,43 |
| 2 | Сенаж без консерванта | 4,29 | 3,8845 | 0,2676 | - | 4,1521 | 93,56 | 6,44 | - |
| | Сенаж с консервантом | 4,51 | 3,2116 | 0,0801 | - | 3,2917 | 97,57 | 2,43 | - |
| 3 | Сенаж без консерванта | 4,63 | 2,8561 | 0,1972 | - | 3,0533 | 93,54 | 6,46 | - |
| | Сенаж с консервантом | 5,19 | 2,1478 | 0,2493 | - | 2,3971 | 89,60 | 10,4 | - |
| Фаза бутонизации | | | | | | | | | |
| 1 | Силаж без консерванта | 4,84 | 3,4307 | 0,1501 | 0,035 | 3,6158 | 94,88 | 4,15 | 0,97 |
| | Силаж с консервантом | 4,97 | 3,3654 | 0,1421 | 0,0021 | 3,5096 | 95,89 | 4,05 | 0,06 |
| 2 | Сенаж без консерванта | 5,63 | 3,1130 | 0,3498 | - | 3,4628 | 89,9 | 10,1 | - |
| 3 | Сенаж без консерванта | 5,71 | 3,1629 | 0,2086 | - | 3,3715 | 93,81 | 6,19 | - |

При среднем и глубоком уровне проявлявания сырья (соответственно около 40% и 45% СВ) масляной кислоты в готовом корме не выявлено. Так как при повышении уровня СВ и, соответственно, увеличении водоудерживающей силы растительных клеток, резко тормозится развитие нежелательной микрофлоры (прежде всего, маслянокислых бактерий).

Результаты комплексной оценки качества изучаемых консервированных травяных кормов из галеги восточной приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Комплексная оценка качества консервированных травяных кормов из галеги восточной

| Уровень проявливания | Наименование консервированного корма | СВ, % | Комплексный класс качества |
|----------------------|--------------------------------------|-------|----------------------------|
| Фаза стеблевания | | | |
| Умеренный | Силаж <i>(без консерванта)</i> | 33,6 | 2 |
| Умеренный | Силаж <i>(с консервантом)</i> | 34,9 | 1 |
| Средний | Сенаж <i>(без консерванта)</i> | 40,0 | 1 |
| Средний | Сенаж <i>(с консервантом)</i> | 40,9 | 1 |
| Глубокий | Сенаж <i>(без консерванта)</i> | 43,7 | 1 |
| Глубокий | Сенаж <i>(с консервантом)</i> | 46,2 | 1 |
| Фаза бутонизации | | | |
| Умеренный | Силаж <i>(без консерванта)</i> | 33,8 | 1 |
| Умеренный | Силаж <i>(с консервантом)</i> | 34,1 | 1 |
| Средний | Силаж <i>(без консерванта)</i> | 40,3 | 1 |
| Глубокий | Сенаж <i>(без консерванта)</i> | 43,2 | 2* |

Примечание. * - класс по сырому протеину (фактически - 2) является определяющим при комплексной оценке сенажа.

Как видно из таблицы 3, подавляющее большинство изучаемых консервированных травяных кормов из проявленной галеги восточной было комплексно отнесено к 1 классу качества. При этом в фазе стеблевания умеренное ее проявление при наименьшем содержании СВ (33,6%) привело к повышенному уровню накопления масляной кислоты (0,1287%), что соответствует 2 классу. Поскольку класс по масляной кислоте является определяющим при оценке силежа, то комплексный класс качества его тоже соответствовал 2 классу. В фазе бутонизации галеги восточной умеренный и средний уровень проявливания позволял получить корма 1 класса качества, а глубокое проявление, наоборот, снижало оценку приготовленного сенажа до 2 класса качества.

Заключение. На концентрацию сырого протеина в готовом корме значительное влияние оказали фаза вегетации и уровень содержания СВ в сырье. Нами установлено, что более высокая протеиновая питательность была у корма, заготовленного из галеги восточной, убранной в фазу стеблевания. Максимальная концентрация сырого протеина как в фазу стеблевания, так и фазу бутонизации отмечена в сырье при умеренном уровне его проявливания, что в конечном итоге и обусловило высокую протеиновую питательность консервированных кормов идентичных вариантов.

Изучение показателей качества брожения в полученных кормах показало наличие масляной кислоты в силосах, приготовленных из сырья при умеренном уровне проявливания: как в фазе стеблевания, так и в фазе бутонизации. Даже внесение биологического консерванта в этом варианте не позволило полностью избежать накопления масляной кислоты. Следы ее обнаруживались во всех изучаемых вариантах кормов, приготовленных из данного сырья. При среднем и глубоком уровне проявливания сырья (соответственно около 40% и 45% СВ) накопление масляной кислоты в готовом корме прекращалось.

Таким образом, оптимальной фазой для заготовки консервированных кормов из галеги восточной является стеблевание. Оптимальным для производства является вариант при среднем уровне проявливания сырья (СВ 41%). Глубокое проявление сырья (до 46,6% СВ) приводит к существенному снижению концентрации сырого протеина и обменной энергии в приготовленных кормах.

Conclusion. The concentration of crude protein in the final feed was significantly influenced by the vegetation phase and the level of a dry matter content in the raw material. We determined that feeds produced from *Galega orientalis* harvested in the stemming phase had a higher protein nutritional value. The maximum concentration of crude protein, both in the stemming and budding phases, was noted in the raw material with a moderate level of wilting, which ultimately determined the high protein nutritional value of the preserved feeds of identical variants. The study of parameters of fermentation quality in the final feeds showed the presence of butyric acid in the silages produced from raw materials wilted moderately: both in the stemming and budding phases. Even the introduction of a biological preservative into this variant did not completely prevent the accumulation of butyric acid. Its traces were found in all studied varieties of feeds produced from such raw materials. With the medium and deep wilting of raw materials (respectively about 40% and 45% DM) the accumulation of butyric acid ceased in the final feed. Thus, the stemming stage is the optimal phase for the production of preserved feeds from *Galega orientalis*. The moderate level of wilting for raw materials (DM 41% DM) is the optimal for production. Deep wilting of raw materials (up to 46.6% DM) leads to a significant decrease in the concentration of crude protein and metabolized energy in finished feeds.

Список литературы.

1. Научно-технические основы производства и использования кормов в молочном скотоводстве : монография / Н. С. Яковчик, И. В. Брыло, Е. Е. Можжев [и др.] ; под общей редакцией И. В. Брыло. – Минск, 2022. – 492 с.

2. Практическое руководство по использованию кормовых ресурсов в кормопроизводстве : практическое руководство / Н. Н. Зенькова, О. Ф. Ганущенко, Т. М. Шлома, И. В. Ковалева ; редакторы : Н. Н. Зенькова, О. Ф. Ганущенко ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 176 с.

3. Современные подходы к приготовлению кормов : учебное пособие / О. Ф. Ганущенко, Н. Н. Зенькова, Т. М. Шлома, И. В. Ковалева. – Москва : Русайнс, 2021. – 416 с.

4. Влияние фазы вегетации и технологических параметров на энергетическую и протеиновую питательность исходного сырья многолетних бобовых трав / М. О. Моисеева, Н. Н. Зенькова, И. В. Ковалева [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 3. – С. 106–111. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-106-111.

5. Сырьевая база кормопроизводства и оптимизация приемов заготовки кормов : электронное учебное пособие / Н. Н. Зенькова, О. Ф. Ганущенко, Т. М. Шлома, И. В. Ковалева ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 356 с. – URL : <https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura> (дата обращения: 15.07.2024).

6. Зенькова, Н. Н. Качественный состав зеленой массы галеги восточной, в зависимости от степени проявлявания и фазы вегетации / Н. Н. Зенькова, А. В. Степоненко // Актуальные вопросы и инновационные направления развития АПК глазами молодых ученых : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Орел, 24–26 ноября 2021 года. – Орел : Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, 2021. – С. 34–38.

7. Изучение показателей силосуемости и питательной ценности зеленой массы галеги восточной в зависимости от фазы уборки, укоса и степени проявлявания / Н. Н. Зенькова, О. Ф. Ганущенко, М. О. Моисеева, А. В. Степоненко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 4. – С. 42–47. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-54-4-42-47.

8. Степаненко, А. В. Кормовые достоинства зелёной массы галеги восточной в зависимости от укосов / А. В. Степаненко, Н. Н. Зенькова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 4 (52). – С. 23–25.

References.

1. Nauchno-tekhnicheskie osnovy proizvodstva i ispol'zovaniya kormov v molochnom skotovodstve : monografiya / N. S. Yakovchik, I. V. Brylo, E. E. Mozhaev [i dr.] ; pod obshchej redakciej I. V. Brylo. – Minsk, 2022. – 492 s.

2. Prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu kormovyh resursov v kormoproizvodstve : prakticheskoe rukovodstvo / N. N. Zen'kova, O. F. Ganushchenko, T. M. Shloma, I. V. Kovaleva ; redaktory : N. N. Zen'kova, O. F. Ganushchenko ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 176 s.

3. Sovremennye podhody k prigotovleniyu kormov : uchebnoe posobie / O. F. Ganushchenko, N. N. Zen'kova, T. M. Shloma, I. V. Kovaleva. – Moskva : Rusajns, 2021. – 416 s.

4. Vliyaniye fazy vegetacii i tekhnologicheskikh parametrov na energeticheskuyu i proteinovuyu pitatel'nost' iskhodnogo syr'ya mnogoletnih bobovyh trav / M. O. Moiseeva, N. N. Zen'kova, I. V. Kovaleva [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2024. – T. 60, vyp. 3. – S. 106–111. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-106-111.

5. Syr'evaya baza kormoproizvodstva i optimizaciya priemov zagotovki kormov : elektronnoe uchebnoe posobie / N. N. Zen'kova, O. F. Ganushchenko, T. M. Shloma, I. V. Kovaleva ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 356 s. – URL : <https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura> (data obrashcheniya: 15.07.2024).

6. Zen'kova, N. N. Kachestvennyj sostav zelenoj massy galegi vostochnoj, v zavisimosti ot stepeni provyalivaniya i fazy vegetacii / N. N. Zen'kova, A. V. Steponenko // Aktual'nye voprosy i innovacionnye napravleniya razvitiya APK glazami molodyh uchenyh : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh i specialistov, Orel, 24–26 noyabrya 2021 goda. – Orel : Federal'nyj nauchnyj centr zernobobovyh i krupyanyh kul'tur, 2021. – S. 34–38.

7. Izuchenie pokazatelej silosuемости i pitatel'noj cennosti zelenoj massy galegi vostochnoj v zavisimosti ot fazy uborki, ukosa i stepeni provyalivaniya / N. N. Zen'kova, O. F. Ganushchenko, M. O. Moiseeva, A. V. Steponenko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2021. – T. 57, vyp. 4. – S. 42–47. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-54-4-42-47.

8. Stepanenko, A. V. Kormovye dostoinstva zelenoj massy galegi vostochnoj v zavisimosti ot ukosov / A. V. Stepanenko, N. N. Zen'kova // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – 2020. – № 4 (52). – С. 23–25.

Поступила в редакцию 21.01.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-48-53
УДК 636.4.053:636.087.74(043.3)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «БАЦИФИД» В РАЗЛИЧНЫХ ДОЗИРОВКАХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ

Кивейша С.А. ORCID ID 0009-0004-8544-3595, Михалюк А.Н. ORCID ID 0000-0001-6110-264X,
Сехин А.А. ORCID ID 0009-0007-6050-498X

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

*В результате изучения эффективности использования кормовой добавки «БациФид» при выращивании молодняка овец установлено, что с зоотехнической точки зрения оптимальной нормой ввода ее в состав комбикорма КК 81-2 является дозировка 4 кг/т, или 0,8 г на голову в сутки. Использование кормовой добавки «БациФид» в рационах молодняка овец в указанной дозировке способствовало увеличению абсолютного и среднесуточного приростов живой массы животных на 5,6%, при снижении затрат корма на 1 кг прироста на 9,3%. Включение в состав комбикорма для молодняка овец кормовой добавки «БациФид» способствовало активизации окислительно-восстановительных и обменных процессов в их организме. **Ключевые слова:** молодняк овец, живая масса, среднесуточные приросты живой массы, затраты корма, морфобиохимические показатели, эффективность.*

EFFICIENCY OF USING FEED ADDITIVE 'BACIFEED' IN DIFFERENT DOSAGES FOR RAISING SHEEP YOUNG STOCK

Kiveisha S.A., Mikhaljuk A.N., Sekhin A.A.

Grodno State Agrarian University Grodno, Republic of Belarus

*As a result of studying the efficiency of feed additive 'BaciFeed' for raising sheep young stock, it was established that, from the zootechnical point of view, the optimal rate of its introduction into the compound feed KK 81-2 is the dosage of 0.8 g per head per day. The use of feed additive 'BaciFeed' in the diets of young sheep in the specified dosage contributed to the increase in live weight gain of animals by 5.6%, average daily gain by 5.6%, as well as reducing feed costs per 1 kg of live weight gain by 9.3%. Inclusion of feed additive 'BaciFeed' into the composition of mixed fodder for young sheep promoted the activation of redox and metabolic processes in their bodies. **Keywords:** young sheep, live weight, average daily live weight gain, feed costs, morphobiochemical parameters, efficiency.*

Введение. Сбалансированное кормление является одним из ключевых аспектов, определяющих высокие показатели производства животноводческой продукции. Максимальная реализация генетического потенциала продуктивности сельскохозяйственных животных может осуществляться за счет высокотехнологичных подходов к составлению кормовых рационов, учитывающих влияние отдельных питательных веществ кормов на физиологическое состояние и продуктивные качества животных [1, 2, 3, 4]. Открытия последних десятилетий в сфере физиологии показывают, насколько важную и существенную роль играет микрофлора в функционировании организма – как человека, так и животного [5]. Это объясняет повышенный интерес к пробиотическим препаратам и кормовым добавкам не только в ветеринарной медицине, но и в животноводческой практике [6, 7, 8, 9].

В настоящее время перспективным направлением является разработка кормовых добавок, основу которых составляют спорообразующие бактерии рода *Bacillus*. Способность к спорообразованию, устойчивость бактерий к физико-химическим факторам желудочно-кишечного тракта, синтез противомикробных веществ, иммуномодулирующее действие, способность к продукции пищеварительных ферментов и многие другие свойства данных микроорганизмов являются достаточно привлекательными при разработке кормовых добавок [10].

Актуальность разработки пробиотических кормовых добавок для кормления мелкого рогатого скота в Республике Беларусь объясняется необходимостью совершенствования кормовой базы и интенсификации производства продукции этой отрасли животноводства в условиях импортозамещения, а также в реализации комплекса мер по развитию овцеводства в нашей стране (2019 г.) [11].

Традиционно овцеводство в Республике Беларусь считается второстепенной отраслью животноводства, что связано с рядом экономических, климатических и иных причин. Однако в последние годы интерес к развитию овцеводства в нашей стране возрастает. Это связано с необходимостью максимального использования и переработкой всей производимой животноводческой продукции в нашей стране [12].

В этой связи **целью данной работы** явилось изучение эффективности использования кормовой добавки «БациФид» в различных дозировках при выращивании молодняка овец.

Материалы и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт был проведен в условиях товарной овцеводческой фермы «Руда-Яворская» КСУП «Хвиневици» Дятловского района Гродненской области на поголовье молодняка овец. Схема опыта по определению оптимальной нормы

ввода кормовой добавки «БациФид» в состав комбикорма для молодняка овец в сухой препаративной форме представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

| Группа | Кол-во животных, голов | Характеристика кормления |
|-------------|------------------------|---|
| контрольная | 22 | Основной рацион (ОР): кормосмесь (сенаж + сено + комбикорм КК 81-2) |
| опытная 1 | 22 | ОР + пробиотическая кормовая добавка «БациФид» из расчета 0,3 кг/т комбикорма (0,6 г/гол в сутки) |
| опытная 2 | 22 | ОР + пробиотическая кормовая добавка «БациФид» из расчета 0,4 кг/т комбикорма (0,8 г на гол/ сутки) |
| опытная 3 | 22 | ОР + пробиотическая кормовая добавка «БациФид» из расчета 0,5 кг/т комбикорма (1,0 г на гол/ сутки) |

Для проведения научно-хозяйственного опыта был отобран одновозрастной молодняк овец породы тексель. Из отобранного поголовья было сформировано 4 группы по 22 головы (баранчики) средней живой массой 28-32 кг в возрасте 6-6,5 месяцев. Формировались группы по принципу пар-аналогов с учетом происхождения, возраста, живой массы и среднесуточных приростов. Подопытные животные находились в одном помещении, в одинаковых условиях кормления и содержания – беспривязно, в клетках по 22 головы. Животных кормили кормосмесью, в состав которой включали комбикорм собственного производства КК 81-2. Различия в кормлении баранчиков состояли в том, что животные опытных групп дополнительно к основному рациону получали пробиотическую добавку «БациФид» в составе комбикорма из расчета 0,3; 0,4; 0,5 кг/т (или 0,6 г, 0,8 г и 1,0 г на голову в сутки соответственно. Продолжительность опыта составила 30 дней.

В период проведения научно-хозяйственных опытов были изучены и определены:

- 1) потребление кормов – ежедневным учетом заданных кормов и остатков;
- 2) химический состав кормов – по схеме общего зооанализа по общепринятым методикам;
- 3) динамика роста с расчетом абсолютного и среднесуточного приростов – в начале и конце исследований;
- 4) затраты кормов на единицу продукции.

Для контроля за интенсивностью и направленностью обменных процессов у животных были проведены биохимические исследования крови. Пробы крови для морфо-биохимических исследований брали в начале и конце исследований из яремной вены через 2,5-3 часа после утреннего кормления у 5 голов из каждой группы. Все биохимические показатели сыворотки крови молодняка определяли на биохимическом анализаторе DIALAB AutolyzerISE.

Биометрическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютера в программе MicrosoftExcel методами вариационной статистики. Все результаты исследований в работе приведены к Международной системе единиц СИ. Определены средние арифметические каждого вариационного ряда, стандартные ошибки средней, степень вероятности нулевой гипотезы по сравнению с контролем путем вычисления критерия Стьюдента-Фишера. При $P < 0,05$ различия средних арифметических сравниваемых вариационных рядов считались достоверными.

Результаты исследований. В соответствии со схемой проведения исследований и условиями содержания и кормления животных, принятыми в хозяйстве, нами были проанализированы и оптимизированы рационы кормления животных с учетом живой массы и среднесуточных приростов (таблица 2).

Таблица 2 – Рацион кормления подопытных животных

| Показатели | Значения |
|-------------------------------|----------|
| Сенаж бобово-злаковый, кг | 3,0 |
| Сено многолетнее злаковое, кг | 0,5 |
| Комбикорм КК 81-2, кг | 0,2 |
| В рационе содержится: | |
| ЭКЕ | 1,69 |
| сухого вещества, кг | 1,66 |
| обменной энергии, МДж | 17,68 |
| сырого протеина, г | 261,5 |
| сырого жира, г | 55,9 |
| сырой клетчатки, г | 385,5 |

Продолжение таблицы 2

| Показатели | Значения |
|-----------------------------------|----------|
| БЭВ, г | 158,0 |
| крахмала, г | 48 |
| кальция, г | 11,0 |
| фосфора, г | 5,24 |
| магния, г | 2,3 |
| витамина А, тыс. МЕ | 0,46 |
| витамина Д ₃ , тыс. МЕ | 0,40 |
| витамина Е, мг | 22,42 |

Основной рацион кормления молодняка овец в опыте состоял из кормосмеси: сенаж + сено + комбикорм КК 81-2. Кормосмесь баранчики получали по группам из кормушек, съедали полностью практически без остатков. Достоверных различий в потреблении кормов подопытными животными установлено не было.

Концентрация энергии в 1 кг сухого вещества рациона кормления составила 10,65 МДж обменной энергии, сырого протеина – 15,8%, сырой клетчатки – 23,2%. Обеспечение необходимыми микроэлементами и витаминами производилось за счет премикса П 80-1, включенного в состав комбикорма.

Изучаемую кормовую добавку включали в состав комбикорма для молодняка 2-4 опытных групп. Рецепт комбикорма, изготавливаемого в хозяйстве, представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Рецепты комбикормов для подопытных животных

| Показатели | Группы животных | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | контрольная | опытная 1 | опытная 2 | опытная 3 |
| Ячмень, % | 32,0 | 32,0 | 32,0 | 32,0 |
| Пшеница, % | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 |
| Овес, % | 30,0 | 29,7 | 29,6 | 29,5 |
| Шрот подсолнечный, % | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Жмых рапсовый, % | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 |
| Монокальцийфосфат, % | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Соль поваренная, % | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Премикс П 80-1, % | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Бацифид, % | - | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| В 1 кг комбикорма содержится: | | | | |
| ЭКЕ | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,02 |
| сухого вещества, г | 850,0 | 850,0 | 850,0 | 850,0 |
| обменной энергии, МДж | 10,8 | 10,8 | 10,8 | 10,7 |
| сырого протеина, г | 171,4 | 171,0 | 170,6 | 170,2 |
| сырого жира, г | 36,4 | 36,2 | 36,0 | 35,8 |
| сырой клетчатки, г | 96,8 | 96,0 | 95,2 | 94,6 |
| крахмала, г | 189,7 | 189,0 | 188,3 | 187,6 |
| кальция, г | 3,82 | 3,82 | 3,81 | 3,80 |
| фосфора, г | 6,7 | 6,7 | 6,6 | 6,6 |
| серы, г | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| витамина А, тыс. МЕ | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| витамина Д ₃ , тыс. МЕ | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| витамина Е, мг | 112,1 | 112,1 | 112,1 | 112,1 |

Анализируя рецепты комбикормов, можно отметить, что в 1 кг СВ содержится 12,7 МДж ОЭ, 20,0-20,2% сырого протеина, 11,4% сырой клетчатки, 4,2-4,3% сырого жира. В целом содержание питательных веществ и энергии в комбикормах для подопытного поголовья овец соответствовало современным требованиям по кормлению молодняка овец мясного направления продуктивности. Ввод изучаемой кормовой добавки «БациФид» (взамен зерна овса) в состав комбикорма в разных дозах не оказал значительного влияния на его питательную ценность.

Для изучения интенсивности роста подопытного молодняка в начале и в конце опыта проводили индивидуальное взвешивание животных утром до кормления. Показатели продуктивности подопытных животных за период опыта приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Динамика живой массы и прироста подопытных овец

| Показатели | Группы | | | |
|---|-------------|------------|-------------|------------|
| | контрольная | опытная 1 | опытная 2 | опытная 3 |
| Живая масса в начале опыта, кг | 29,20±0,81 | 31,60±0,88 | 28,90±0,92 | 30,40±0,68 |
| Живая масса в конце опыта, кг | 32,95±0,95 | 35,44±1,03 | 32,86±1,11 | 34,29±0,93 |
| Прирост живой массы за период опыта, кг | 3,75±0,22 | 3,84±0,25 | 3,96±0,25* | 3,89±0,21 |
| Среднесуточный прирост за период опыта, г | 124,9±6,20 | 128,1±6,81 | 132,0±5,89* | 129,5±6,11 |
| Затраты корма на 1 кг прироста, ЭКЕ | 13,34 | 12,97 | 12,50* | 12,80 |

Примечание. * – $P < 0,05$.

По результатам контрольного взвешивания через 30 дней опытного периода установлено, что самая высокая энергия роста была отмечена у молодняка второй опытной группы – 132,0 г в сутки, что на 7,1 г, или 5,6% ($P < 0,05$) выше, чем у аналогов контрольной группы. В первой опытной группе среднесуточный прирост за 30 дней опыта составил 128,1 г, что на 2,6% выше, чем в контрольной группе, но меньше, чем во второй опытной на 3,0%. В третьей опытной группе этот показатель был выше, чем у молодняка овец из контрольной группы на 4,0%, но ниже, чем у животных второй опытной группы на 1,9 %. Анализируя затраты кормов на единицу продукции, можно отметить, что молодняк второй опытной группы затрачивал на 1 кг прироста 12,5 ЭКЕ, что на 6,3% меньше, чем в контрольной группе, на 3,6% – по сравнению с аналогами первой опытной группы и на 2,3% – третьей опытной группы соответственно.

Благоприятное влияние на организм животных кормовой добавки «БациФид» подтверждается результатами биохимических исследований сыворотки крови. В результате проведенных биохимических исследований установлено, что метаболический профиль крови всех животных находился в пределах физиологической нормы (таблица 5).

Таблица 5 – Биохимический состав крови подопытных овец

| Показатели | Группы | | | |
|--------------------------|-------------|------------|------------|------------|
| | контрольная | опытная 1 | опытная 2 | опытная 3 |
| начало опыта | | | | |
| Общий белок, г/л | 62,1±2,07 | 61,5±3,20 | 64,2±2,25 | 64,1±4,11 |
| Альбумины, г/л | 40,4±1,60 | 41,5±2,55 | 42,0±1,35 | 41,1±1,50 |
| Глобулины, г/л | 21,7±1,00 | 20,0±1,10 | 22,2±0,85 | 23,0±0,93 |
| Мочевина, ммоль/л | 5,4±0,21 | 5,8±0,20* | 5,2±0,26 | 5,5±0,25 |
| Креатинин, ммоль/л | 66,5±1,65 | 68,9±1,85 | 61,3±2,46* | 64,5±1,79 |
| АлАТ, ед/л | 18,7±1,92 | 20,0±1,65 | 23,2±1,58* | 21,5±1,65 |
| АсАТ, ед/л | 110,9±4,48 | 98,6±5,65 | 126,3±3,37 | 115±3,65 |
| Щелочная фосфатаза, ед/л | 210,2±2,21 | 210,8±2,25 | 208,7±1,97 | 212,6±1,55 |
| Глюкоза, ммоль/л | 3,35±0,26 | 3,43±0,19 | 3,64±0,22* | 3,47±0,26 |
| конец опыта | | | | |
| Общий белок, г/л | 65,1±3,27 | 63,2±2,23 | 69,2±0,81* | 66,8±4,11 |
| Альбумины, г/л | 40,5±0,60 | 42,3±0,55 | 42,0±0,35 | 43,1±1,50* |
| Глобулины, г/л | 24,6±1,10 | 20,9±1,10 | 27,2±0,75 | 23,7±0,93 |
| Мочевина, ммоль/л | 5,3±0,21 | 4,9±0,24* | 4,6±0,26** | 5,1±0,39 |
| Креатинин, ммоль/л | 66,5±1,65 | 64,2±1,85 | 62,3±2,12 | 61,7±3,25* |
| АлАТ, ед/л | 24,6±1,92 | 25,3±1,65 | 27,4±1,58 | 26,8±1,12 |
| АсАТ, ед/л | 110,9±4,48 | 112,4±5,65 | 116,3±3,37 | 113,0±3,21 |
| Щелочная фосфатаза, ед/л | 210,2±2,21 | 206,1±2,59 | 208,7±1,97 | 206,1±1,71 |
| Глюкоза, ммоль/л | 3,59±0,26 | 3,71±0,19 | 3,69±0,22 | 3,84±0,22 |

Примечания: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

Анализ полученных данных показал, что концентрация общего белка в сыворотке крови животных подопытных групп находилась в пределах 62,1–64,1 г/л. Что касается белковых фракций, то необходимо отметить невысокую концентрацию глобулинов, которая находилась на уровне нижней границы физиологической нормы животных, и составляла от 20,0 г/л до 23,0 г/л, что может свидетельствовать о снижении естественной резистентности организма животных.

Об интенсивности белкового метаболизма у животных можно судить и по содержанию конечного продукта расхода азотистых веществ - мочеvine. В начале исследований концентрация ее была на достаточно высоком уровне и составляла в контроле 5,4 ммоль/л, в первой опытной

группе – 5,8 ммоль/л ($P < 0,05$), во второй – 5,2 ммоль/л и в третьей – 5,5 ммоль/л соответственно, что говорит о недостаточно эффективном использовании азота, поступающего с кормом.

Активность аспаратаминотрансферазы (АсАТ) у животных всех групп была примерно на одном уровне и соответствовала физиологической норме. Что касается аланинаминотрансферазы (АлАТ), то концентрация ее у животных всех групп находилась на нижней границе физиологической нормы и составляла от 18,7 ед/л в контроле до 23,2 ед/л ($P < 0,05$) во второй опытной группе, что может указывать на невысокую активность использования переваримого протеина.

Концентрация щелочной фосфатазы была в пределах физиологически допустимых значений. Стоит отметить, что у молодняка этот показатель может крайне динамично изменяться, что связано с интенсивным ростом костной ткани.

К концу исследований была отмечена тенденция к повышению уровня общего белка в сыворотке крови у животных второй и третьей опытных групп на 6,2% ($P < 0,05$) и 2,6% соответственно. Содержание альбуминов в крови животных, получавших пробиотическую кормовую добавку «БациФид», также было выше, чем у контрольных аналогов на 3,7-6,1%. Концентрация ферментов, являющихся показателем состояния печени, показывает, что кормовая добавка «БациФид» не оказывает негативного воздействия на функции данного органа. Паренхиматозные поражения печени сопровождаются увеличением активности ферментов аспаратаминотрансферазы (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ). В наших исследованиях активность аспаратаминотрансферазы (АсАТ) у животных всех групп была в пределах физиологической нормы и практически не отличалась друг от друга. Динамика активности аланинаминотрансферазы (АлАТ) практически схожа с вышеприведенными показателями (АсАТ).

Концентрация мочевины в крови животных всех групп находилась в пределах нормы, однако у животных, получавших кормовую добавку «БациФид», отмечено снижение концентрации мочевины в сыворотке крови, что может свидетельствовать о лучшем усвоении азота, поступающего с кормом. Так, концентрация мочевины была ниже на 7,6% ($P < 0,05$) в первой опытной группе, на 13,3% ($P < 0,01$) – во второй и на 3,8% – в третьей опытной группе соответственно. Содержание креатинина в сыворотке крови баранчиков опытных групп было несколько ниже по сравнению с контрольной, что свидетельствует о более интенсивном энергетическом обеспечении организма животных и снижении распада белка в мышечной ткани.

Заключение. В результате изучения эффективности использования кормовой добавки «БациФид» при выращивании молодняка овец установлено, что с зоотехнической точки зрения оптимальной нормой ввода в состав комбикорма КК 81-2 является дозировка 0,4 кг/т (0,8 г на голову в сутки). Использование кормовой добавки «БациФид» в рационах молодняка овец в указанной дозировке способствовало увеличению абсолютного и среднесуточного приростов на 5,6%, а также снижению затрат корма на 1 кг прироста живой массы на 9,3%. Введение в рацион овец кормовой добавки «БациФид» способствовало активизации окислительно-восстановительных и обменных процессов в их организме.

Conclusion. As a result of studying the effectiveness of feed additive 'BaciFeed' in growing young sheep, it was established that, from the zootechnical point of view, the optimal rate of introduction the compound feed КК 81-2 is the dosage 0.4 kg/ton (of 0.8 g) per head per day. The use of feed additive 'BaciFeed' in the diets of young sheep in the specified dosage contributed to the increase in live weight gain of animals by 5.6%, average daily gain by 5.6%, as well as reducing feed costs per 1 kg of live weight gain by 9.3%. Introduction of the feed additive 'BaciFeed' into sheep diet promoted the improvement of tissue nutrition, activation of redox and metabolic processes in their bodies.

Список литературы.

1. Шутова, О. А. Влияние пробиотика «Бацелл» на живую массу и интенсивность роста Эдильбаевских баранчиков / О. А. Шутова // *Аграрная наука и инновационное развитие животноводства – основа экологической безопасности продовольствия : материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 25–26 мая 2021 года / Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова. – Саратов, 2021. – С. 194–197.*
2. Асрор, Х. Х. Влияние пробиотиков на репродуктивные особенности каракульских баранов / Х.Х. Асрор // *Технико-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе : материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Мелитополь, 21–22 февраля 2024 года / Научно-исследовательский институт каракулеводства и экологии пустынь. – Мелитополь, 2024. – С. 245–249.*
3. Яхьяев, Б. С. Комплексное использование кормовых добавок в кормлении овец / Б. С. Яхьяев // *Комплексное использование кормовых добавок в кормлении овец : материалы Международной научной экологической конференции, посвященной 100-летию КубГАУ, Краснодар, 29–31 марта 2022 года / Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. – Краснодар, 2022. – С. 2016–2017.*
4. *Кормление сельскохозяйственных животных : учебник для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Зоотехния», «Ветеринарная медицина» / В. К. Пестис, Н. А. Шарейко, Н. А. Яцко [и др.] ; под редакцией В. К. Пестиса. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 655 с.*

5. *Probiotics in animal nutrition – Production, impact and regulation / Yadav S. Bajagai, Athol V. Klieve, Peter J. Dart [et al.] // FAO Animal Production and Health Paper. – No. 179. – Rome.*
6. Романов, В. С. Пищеварительные и обменные процессы в организме овец при включении в рацион пробиотика Целлобактерин+ / В. С. Романов // *Ветеринария и кормление. – 2020. – № 3. – С. 35–38.*
7. Маджу, Б. Опыт применения пробиотиков и бактериофагов против сальмонеллы в овцеводстве / Б. Маджу, Н. В. Пименов // *Неделя молодежной науки : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 17–19 апреля 2024 года / Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина. – Москва, 2024. – С. 413–416.*
8. Патент РФ 2752843, А23К 50/10, А23К 10/16. Способ эффективного применения пробиотиков в гранулированных кормах : заявлено 27.04.2020 : опубл. 10.08.2021 / Гапонов Н. В., Яговенко Г. Л. ; Федеральная служба по интеллектуальной собственности // *Официальный бюллетень. – 2020. – № 22. – С. 1–7.*
9. Камильянов, А. А. Пробиотик «Витафорт» в рационах ягнят молочного периода / А. А. Камильянов // *Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 4 (12) – С. 73–77.*
10. Савустьяненко, А. В. Механизмы действия пробиотиков на основе *Bacillus subtilis* / А. В. Савустьяненко // *Актуальная инфектология. – 2016. – № 2 (11). – С. 34–44.*
11. Об утверждении комплекса мер по развитию овцеводства в Республике Беларусь на 2019–2025 годы : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 апреля 2019 г. № 26 // *Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2019.*
12. Герман, Ю. И. Овцеводство Республики Беларусь / Ю. И. Герман // *Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. – № (3.) – С. 31–35.*

References.

1. Shutova, O. A. Vliyaniye probiotika «Bacell» na zhivuyu massu i intensivnost' rosta Edil'baevskikh baranchikov / O. A. Shutova // *Agrarnaya nauka i innovacionnoye razvitiye zhivotnovodstva – osnova ekologicheskoy bezopasnosti prodovol'stviya : materialy nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Saratov, 25–26 maya 2021 goda / Saratovskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni N. I. Vavilova. – Saratov, 2021. – S. 194–197.*
2. Asror, H. H. Vliyaniye probiotikov na reproduktivnye osobennosti karakul'skikh baranov / H.H. Asror // *Tekhniko-tekhnologicheskoye obespecheniye innovatsiy v agropromyshlennom komplekse : materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii molodykh uchenykh, Melitopol', 21–22 fevralya 2024 goda / Nauchno-issledovatel'skiy institut karakulevodstva i ekologii pustyn'. – Melitopol', 2024. – S. 245–249.*
3. Yahyaev, B. S. Kompleksnoye ispol'zovaniye kormovykh dobavok v kormlenii ovec / B. S. Yahyaev // *Kompleksnoye ispol'zovaniye kormovykh dobavok v kormlenii ovec : materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy ekologicheskoy konferencii, posvyashchennoy 100-letiyu KubGAU, Krasnodar, 29–31 marta 2022 goda / Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni I. T. Trubilina. – Krasnodar, 2022. – S. 2016–2017.*
4. Kormleniye sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh : uchebnyk dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po special'nostyam «Zootekhniya», «Veterinarnaya medicina» / V. K. Pestis, N. A. SHarejko, N. A. YAcko [i. dr.] ; pod redaktsiej V. K. Pestisa. – Minsk : IVC Minfina, 2021. – 655 s.
5. *Probiotics in animal nutrition – Production, impact and regulation / Yadav S. Bajagai, Athol V. Klieve, Peter J. Dart [et al.] // FAO Animal Production and Health Paper. – No. 179. – Rome.*
6. Romanov, V. S. Pishchevaritel'nye i obmennyye processy v organizme ovec pri vkluyuchenii v racion probiotika Cellobakterin+ / V. S. Romanov // *Veterinariya i kormleniye. – 2020. – № 3. – S. 35–38.*
7. Madzhu, B. Opyt primeneniya probiotikov i bakteriofagov protiv sal'monelly v ovcevodstve / B. Madzhu, N. V. Pimenov // *Nedelya molodezhnoy nauki : materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva, 17–19 aprelya 2024 goda / Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny i biotekhnologii – MVA imeni K. I. Skryabina. – Moskva, 2024. – S. 413–416.*
8. Patent RF 2752843, А23К 50/10, А23К 10/16. Способ эффективного применения пробиотиков в гранулированных кормах : заявлено 27.04.2020 : опубл. 10.08.2021 / N. V. Gaponov, G. L. YAgovenko ; Federal'naya sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti // *Oficial'nyy byullyuten'. – 2020. – № 22. – S. 1–7.*
9. Kamil'yanov, A. A. Probiotik «Vitafort» v racionah yagnyat molochnogo perioda / A. A. Kamil'yanov // *Permskiy agrarnyy vestnik. – 2015. – № 4 (12) – S. 73–77.*
10. Savust'yanenko, A. V. Mekhanizmy dejstviya probiotikov na osnove *Bacillus subtilis* / A. V. Savust'yanenko // *Aktual'naya infektsiologiya. – 2016. – № 2 (11). – S. 34–44.*
11. Ob utverzhdenii kompleksa mer po razvitiyu ovcevodstva v Respublike Belarus' na 2019–2025 gody : postanovleniye Soveta Ministrov Respubliki Belarus' ot 30 aprelya 2019 g. № 26 // *Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Respubliki Belarus'. – Minsk, 2019.*
12. German, Yu. I. Ovcevodstvo Respubliki Belarus' / Yu. I. German // *Ovcy,kozy, sherstyanoye delo. – 2016. – № (3.) – S. 31–35.*

Поступила в редакцию 17.02.2025.

**ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ
ЖМЫХА ПОДСОЛНЕЧНИКА***Миронова О.А. ORCID ID 0000-0002-3263-8100, **Кармазин А.П., ***Миронова Л.П.,
***Зеленская Г.М. ORCID ID 0000-0002-1537-9207, ***Миронова А.А.*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»,
г. Москва, Российская Федерация**Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору,
г. Москва, Российская Федерация***ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», п. Персиановский,
Ростовская область, Российская Федерация

*Жмых подсолнечный является побочным продуктом производства подсолнечного масла из семян подсолнечника способом холодного отжима прессованием. В нем остается 4-10% жира в зависимости от способа производства. Целью наших исследований было изучение влияния ферментирования на физико-химические показатели качества (влаги, сырой жир, протеин, клетчатка, зола) и безопасности (КОЕ, микотоксины, тяжелые металлы, нитраты и нитриты) жмыха подсолнечника. Установлено, что массовая доля жира и протеина в сухом веществе жмыха подсолнечника после ферментирования закваской Леснова были достоверно выше в сравнении с таковыми до ферментирования; КОЕ, содержание микотоксинов, пестицидов, нитратов и нитритов, тяжелых металлов в жмыхе подсолнечника были в количествах ниже минимального уровня ПДК до и после ферментирования. **Ключевые слова:** жмых подсолнечника, закваска Леснова, ферментирование, качество, безопасность.*

IMPACT OF FERMENTATION ON QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF SUNFLOWER MEAL

*Mironova O.A., **Karmazin A.P., ***Mironova L.P., ***Zelenskaya G.M., ***Mironova A.A.

*Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba,
Moscow, Russian Federation

**Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Supervision, Moscow, Russian Federation

***Don State Agrarian University, Persianovskiy s., Rostov Region, Russian Federation

*Sunflower meal is a by-product of sunflower oil production from sunflower seeds by cold pressing. It contains 4-10% fat depending on the production method. The objective of our research was to study the effect of fermentation on the physicochemical quality indicators (moisture, crude fat, protein, fiber, ash) and safety (CFU, mycotoxins, heavy metals, nitrates and nitrites) of sunflower meal. It had been found that the mass fractions of fat and protein in the dry matter of sunflower meal after fermentation with Lesnov's ferment were significantly higher in comparison to those before fermentation; CFU, mycotoxin content, pesticides, nitrates and nitrites, heavy metals in sunflower meal were in quantities below the minimum MPC level before and after fermentation. **Keywords:** sunflower meal, Lesnov's ferment, fermentation, quality, safety.*

Введение. С целью удешевления рационов за счет частичной замены животных белков растительными используют растительные жмыхи и шроты, являющиеся отходами производства масла. Важным резервом увеличения производства растительного протеина для животных является подсолнечниковый жмых, потому что подсолнечник в структуре посевных площадей, особенно южных регионов Российской Федерации, занимает ведущее место [9].

Доказано, что высокие урожаи подсолнечника невозможно получить без применения химических препаратов: гербицидов, стимуляторов роста, пестицидов [1, 2, 3, 4], при хранении семян подсолнечника также используются пестициды.

Отдельные рационы могут включать до 25,0% по массе жмыха подсолнечника [7], поэтому перед применением в корм скоту необходимо убедиться в его химической безопасности.

Получив положительные результаты в ранее проведенных исследованиях по улучшению других отходов сельскохозяйственного производства методом биоферментации [6, 8], мы решили испытать закваску Леснова [6] на жмыхе подсолнечника, поскольку такие исследования ранее никем не проводились.

Закваска Леснова представляет собой ассоциацию полезных микроорганизмов [5], которые размножаются и действуют при оптимальных условиях влажности (45,0-55,0%) и температуры сырья (50-55 °С) в течение 24-42 часов, благоприятных, в том числе, и для развития плесневых грибов и дрожжей с возможной выработкой и накоплением микотоксинов. Эти показатели биологической безопасности нормируются в кормах и обязательны для исследования. В России предельно допустимые концентрации установлены 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 токси-

на – не более 0,1 мг/кг, зеараленона – не более 1,0 мг/кг, охратоксина А – не более 0,05 мг/кг [10, 11]. Также нормируются продуценты микотоксинов: плесневые грибы и дрожжи.

Цель исследования: изучить влияние ферментирования закваской Леснова на показатели качества и безопасности жмыха подсолнечника. Для достижения поставленной цели мы определили к выполнению следующие **задачи:** 1 – изучить физико-химические показатели; 2 – изучить показатели биологической безопасности; 3 – изучить показатели химической безопасности. Проведенными исследованиями доказано впервые, что после ферментирования закваской Леснова массовая доля жира в сухом веществе жмыха подсолнечника увеличилась на 21,25% в сравнении с исходным уровнем, массовая доля сырого протеина – на 42,0%; показатели безопасности: КОЕ, содержание микотоксинов, пестицидов, нитратов и нитритов, тяжелых металлов в жмыхе подсолнечника были в количествах ниже минимального уровня ПДК как до, так и после ферментирования.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований были 20 проб жмыха подсолнечника. Половину проб исследовали в необработанном виде (контроль). 10 проб жмыха подсолнечника обрабатывали закваской Леснова по предложенной авторами методике: на 1 ч. сырья вносили 0,000005 части закваски Леснова при влажности сырья 45,0-55,0%, температуре 50-55 °С, экспозиции 24 часа. Содержание микотоксинов: афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зеараленона, охратоксина А, Т-2 токсин; пестицидов, нитратов и нитритов, токсичных элементов исследовали в Испытательной лаборатории ФГБУ «Центр оценки качества зерна» по г. Москве и Московской области; микробиологические показатели: плесневые грибы и дрожжи в Воронежском филиале ФГБУ «Центр оценки качества зерна» согласно действующей НД.

Результаты исследований. Полученные результаты обобщены и приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика физико-химических показателей жмыха подсолнечника, ферментированного закваской Леснова

| Показатели, ед. измерения | Жмых подсолнечника (n=10) | |
|--|---------------------------|--------------------------|
| | до ферментации (n=10) | после ферментации (n=10) |
| Массовая доля влаги, % | 10,20±0,38 | 5,80±0,32** |
| Массовая доля сырого жира, в пересчете на сухое вещество, не менее % | 8,0±0,24 | 9,70±0,26* |
| Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество, не менее, % | 21,20±0,64 | 30,10±0,89** |
| Массовая доля сырой золы, в пересчете на сухое вещество, не более, % | 5,80±0,30 | 5,90±0,27 |
| Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое вещество, не более, % | 17,3±1,8 | 19,5±1,9 |

Примечания: * $p < 0,5$, ** $p < 0,01$.

После ферментации продукта закваской Леснова массовая доля влаги уменьшилась на 43,1% ($p < 0,01$), массовая доля жира после обработки жмыха подсолнечника закваской Леснова увеличилась на 21,25% в сравнении с исходным уровнем (* $p < 0,5$). Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество после обработки закваской Леснова на 42,0% повысилась в сравнении с исходным уровнем ($p < 0,01$). Массовая доля сырой золы осталась, практически на прежнем уровне. Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на активное сухое вещество после ферментации выросла на 14,5%, однако это увеличение не было достоверным. Таким образом, массовая доля жира и протеина в сухом веществе жмыха подсолнечника после ферментирования закваской Леснова достоверно увеличилась в сравнении с таковыми до ферментирования.

Таблица 2 – Показатели биологической безопасности жмыха подсолнечника

| Показатели, ед. измерения | Жмых подсолнечника | | |
|-------------------------------|--|-----------------------|--------------------------|
| | ПДК | до ферментации (n=10) | после ферментации (n=10) |
| Микробиологические показатели | | | |
| Плесневые грибы, КОЕ/г | от менее $1,0 \cdot 10^2$ до $5,0 \cdot 10^2$ | $1,1 \cdot 10^2$ | $1,15 \cdot 10^2$ |
| Дрожжи, КОЕ/г | от менее $1,0 \cdot 10^2$ до $5,0 \cdot 10^2$ | $2,7 \cdot 10^1$ | $4,0 \cdot 10^1$ |
| Микотоксины | | | |
| Афлатоксин В1, мг/кг | 0,025-0,1 мг/кг | <0,003 | <0,003 |
| Дезоксиниваленол, мг/кг | 0,75-1,0 мг/кг | <0,058 | <0,058 |
| Зеараленон, мг/кг | не более 1,0 мг/кг | <0,1 | <0,1 |
| Охратоксин А, мг/кг | не более 0,05 мг/кг | <0,0005 | <0,0005 |
| Т-2 токсин, мг/кг | не более 0,1 мг/кг | <0,05 | <0,05 |

Примечания: ГОСТ 10444.12-2013; ГОСТ 34108-2017.

Количество микробных клеток плесневых грибов (КОЕ/г) в исходном нативном жмыхе подсолнечника было в 4,6 раза ниже верхней границы ПДК. После ферментации субстрата закваской Леснова количественное содержание плесневых грибов выросло на 4,6%, оставаясь при этом ниже верхней допустимой границей ПДК в 4,4 раза.

Число дрожжевых клеток (КОЕ/г) в исходном субстрате было меньше в сравнении с предельно допустимой нормой в 18,5 раз; после ферментирования закваской Леснова в 1,5 раза увеличилось, но оставалось меньше в сравнении с верхней предельно допустимой границей в 12,5 раз.

Содержание афлатоксина В1 в исходном сырье было в 8,3 раза меньше нижнего уровня ПДК и не изменилось после ферментации продукта закваской Леснова.

Содержание дезоксиниваленола в исходной пробе было в 12,9 раза ниже минимально допустимого уровня и не изменилось после воздействия на продукт закваски Леснова.

В исходном сырье зеараленона было обнаружено в 10,0 раз меньше в сравнении с рекомендуемым ПДК; после ферментации закваской содержание зеараленона осталось на исходном уровне.

Охратоксина А в нативном жмыхе подсолнечника было обнаружено в 100 раз меньше ПДК; после ферментации количественное содержание охратоксина А не изменилось.

Содержание Т-2 токсина в исходном образце было в 2,0 раза ниже в сравнении с рекомендуемой ПДК; после ферментации продукта уровень Т-2 токсина остался прежним.

Таким образом: 1) все исследуемые микотоксины в жмыхе подсолнечника содержались в количествах ниже минимального уровня ПДК: афлатоксин В1 – в 8,3 раза, дезоксиниваленол – 12,9 раза, зеараленон – в 10,0 раз, охратоксин А – в 100,0 раз, Т-2 токсин – в 2,0 раза; после ферментирования жмыха подсолнечника закваской Леснова уровни всех исследуемых микотоксинов остались прежними; 2) КОЕ/г плесневых грибов и дрожжевых клеток в жмыхе подсолнечника было в 4,6 раза и 18,0 раз ниже допустимой нормы соответственно; после ферментации жмыха закваской Леснова число плесневых грибов было ниже верхней допустимой границы ПДК в 4,4 раза, дрожжевых клеток – в 12,5 раз.

Таблица 3 – Показатели химической безопасности жмыха подсолнечника

| Показатели, ед. измерения | Жмых подсолнечника | | |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | ПДК, НД | до ферментации (n=10) | после ферментации (n=10) |
| Пестициды | | | |
| Малатион, мг/кг | <0,01 мг/кг DINEN 15662:2018 (ВЭЖХ) | <0,01 | <0,01 |
| Пиримитофос-метил, мг/кг | <0,01 мг/кг DIN EN 15662:2018 (ГХ) | <0,01 | <0,01 |
| Циперметрин, мг/кг | <0,01 мг/кг, DIN EN 15662:2018 (ГХ) | <0,01 | <0,01 |
| Дифлубензурон, мг/кг | <0,01 мг/кг, DIN EN 15662:2018 (ГХ) | <0,01 | <0,01 |
| Нитраты и нитриты | | | |
| Нитраты, мг/кг | 200,0 ГОСТ 13496.19-2015 | 134,0±34,0 | 160,0±40,0 |
| Нитриты, мг/кг | 10,0 ГОСТ 13496.19-2015 | 1,36 | 1,64 |
| Токсичные элементы | | | |
| Свинец, мг/кг | <5,0 ГОСТ Р 53100-2008 | <0,5 | <0,5 |
| Мышьяк, мг/кг | <0,5 ГОСТ Р 53100-2008 | <0,1 | <0,1 |
| Кадмий, мг/к | <0,3 ГОСТ Р 53100-2008 | <0,05 | <0,05 |
| Ртуть, мг/кг | <0,1 ГОСТ 31650-2012 | <0,025 | <0,025 |

Согласно данным таблицы 3, содержание пестицидов (малатион, пиримитофос-метил, циперметрин, дифлубензурон), наиболее часто используемых при выращивании и хранении подсолнечника, из которого получают жмых, как в исходном сырье до ферментации, так и после процесса ферментации оставалось ниже ПДК (ниже нижнего предела обнаружения использованным методом ВЭЖХ).

Нитраты и нитриты являются нормируемыми показателями безопасности кормов. При исследовании нативных образцов жмыха подсолнечного установлено количество нитратов в 1,5 раза меньше ПДК, нитритов – в 7,4 раза; при исследовании ферментированных закваской Леснова субстратов жмыха подсолнечного нитратов – в 1,25 раза, нитритов – в 6,1 раза ниже ПДК.

При исследовании токсичных элементов в нативном и ферментированном субстрате различий в содержании свинца, мышьяка, кадмия и ртути не установлено. Так, содержание свинца было ниже уровня ПДК в 10 раз; мышьяка – в 5 раз; кадмия – в 6 раз; ртути – в 4 раза.

Таким образом: 1) содержание пестицидов в жмыхе подсолнечника: малатиона, пиримитофос-метила, циперметрина, дифлубензурина как в исходном сырье до ферментации, так и после ферментации было ниже нижнего предела обнаружения методом ВЭЖХ; 2) в жмыхе подсолнечном количество нитратов в 1,5 раза меньше ПДК, нитритов – в 7,4 раза; в ферментированном закваской Леснова жмыхе подсолнечном нитратов – в 1,25 раза, нитритов – в 6,1 раза меньше ПДК; 3) ферментация жмыха подсолнечного не сказалась на содержании свинца, мышьяка, кадмия и ртути; содержание свинца было ниже уровня ПДК в 10 раз; мышьяка – в 5 раз; кадмия – в 6 раз; ртути – в 4 раза.

Заключение. В процессе исследований установлено, что массовая доля жира и протеина в сухом веществе жмыха после ферментирования закваской Леснова достоверно увеличилась в сравнении с таковой до ферментирования. Содержание микотоксинов (афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зearаленона, охратоксина А, Т-2 токсина), микроскопических плесневых грибов и дрожжей в жмыхе подсолнечника оставалось неизменным и не превышало МДУ. Содержание пестицидов в жмыхе подсолнечника: малатиона, пиримитофос-метила, циперметрина, дифлубензурина как в исходном сырье до ферментации, так и после ферментации было ниже нижнего предела обнаружения методом ВЭЖХ; количество нитратов и нитритов, свинца, мышьяка, кадмия и ртути во всех вариантах исследований не превышало ПДК. Таким образом, полученные результаты дают основание полагать, что поскольку при ферментации закваской Леснова массовая доля жира и протеина в сухом веществе жмыха достоверно увеличивается, а показатели биологической и химической безопасности остаются на уровнях ниже МДУ, то целесообразно провести дальнейшее изучение ферментированного продукта с точки зрения возможности его использования в качестве корма для сельскохозяйственных животных.

Conclusion. The research has established that the mass fraction of fat and protein in the dry matter of the meal after fermentation with Lesnov's ferment significantly increased, compared to those before fermentation. The content of mycotoxins (aflatoxin B1, deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 toxin), microscopic mold fungi and yeast in sunflower meal remained unchanged and did not exceed the MPL. The content of pesticides in sunflower meal: malathion, pyrimithophos-methyl, cypermethrin, diflubenzuron, both in the original raw materials before fermentation and after fermentation was below the lower detection limit by HPLC; the amount of nitrates and nitrites, lead, arsenic, cadmium and mercury in all research options did not exceed the MPL. Thus, the obtained results give grounds to believe, that since during fermentation with Lesnov's ferment the mass fraction of fat and protein in the dry matter of meal significantly increases, and the indicators of biological and chemical safety remain at levels below the MPL, it is advisable to conduct a further study on the fermented product from the point of view of its potential use as farm animal feed.

Список литературы.

1. Агафонов, Е. В. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / Е. В. Агафонов, А. В. Ващенко // *Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур : материалы Международной научно-практической конференции.* – 2015. – С. 3–7.
2. Грибные болезни подсолнечника / С. Г. Бородин, В. Т. Пивень, И. А. Котлярова, И. И. Шуляк // *Защита и карантин растений.* – 2006. – № 5. – С. 20–23.
3. Гаршин, М. В. Оценка эффективности фунгицидов при химической защите подсолнечника / М. В. Гаршин // *Синергия наук.* – 2017. – № 14. – С. 906–910.
4. Гринько, А. В. Эффективный гербицид для защиты подсолнечника / А. В. Гринько // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия.* – 2017. – №1 (65). – С. 159–164.
5. Патент RU 2 122 330 С1. Способ использования закваски в кормосмеси. Закваска Леснова для приготовления кормов : опубл. 27.11.1998. / Леснов А. П. ; Российское Агентство по патентам и товарным знакам.
6. Леснов, А. П. Малоценное растительное сырье в биотехнологиях кормопроизводства / А. П. Леснов, С. В. Леонтьев, А. Н. Ковалев // *АПК ЮГ.* – 2011. – № 5. – С. 40–43.
7. Лишаева, Л. Н. Жмыхи и шроты масличных культур. Объемы. Использование в кормовых целях / Л. Н. Лишаева // *Труды Всероссийского научно-исследовательского института жиров.* – Санкт-Петербург, 2000. – С.160–166.
8. Перспективы использования технологических отходов промышленного производства грибов вешенки после ферментирования закваской Леснова в качестве корма для крупного рогатого скота / О. А. Миронова, А. П. Леснов, Л. П. Миронова [и др.] // *Вестник Донского государственного аграрного университета.* – 2023. – № 1 (47). – С. 117–124.
9. Омаров, М. О. Рацион балансируем по протеину / М. О. Омаров, Е. Н. Головки // *Животноводство России.* – 2006. – № 2. – С. 57–58.
10. 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.
11. Фисинин, В. И. Микотоксины и антиоксиданты: непримиримая борьба. Охратоксин А / В. И. Фисинин, П. Сурай // *Комбикорма.* – 2012. – № 3. – С. 55–56.

References.

1. Agafonov, E. V. *Primenenie mineral'nyh udobrenij i biopreparatov pod podsolnechnik na chernozeme obyknovennom* / E. V. Agafonov, A. V. Vashchenko // *Innovacii v tekhnologiyah vozdeleyvaniya sel'skohozyaj-stvennyh kul'tur : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – 2015. – S. 3–7.
2. *Gribnye bolezni podsolnechnika* / S. G. Borodin, V. T. Piven', I. A. Kotlyarova, I. I. SHulyak // *Zashchita i karantin rastenij*. – 2006. – № 5. – S. 20–23.
3. Garshin, M. V. *Ocenka effektivnosti fungicidov pri himicheskoy zashchite podsolnechnika* / M. V. Garshin // *Sinergiya nauk*. – 2017. – № 14. – S. 906–910.
4. Grin'ko, A. V. *Effektivnyj gerbicide dlya zashchity podsolnechnika* / A. V. Grin'ko // *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya*. – 2017. – №1 (65). – S. 159–164.
5. Patent RU 2 122 330 S1. *Sposob ispol'zovaniya zakvaski v kormosmesi. Zakvaska Lesnova dlya pri-gotovleniya kormov* : opubl. 27.11.1998. / Lesnov A. P. ; Rossijskoe Agentstvo po patentam i tovarnym zna-kam.
6. Lesnov, A. P. *Malocennoe rastitel'noe syr'e v biotekhnologiyah kormoproizvodstva* / A. P. Lesnov, S. V. Le-ont'ev, A. N. Kovalev // *APK YUG*. – 2011. – № 5. – S. 40–43.
7. Lishaeva, L. N. *ZHmyhi i shroty maslichnyh kul'tur. Ob'emy. Ispol'zovanie v kormovyh celyah* / L. N. Lishaeva // *Trudy Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhirov*. – Sankt-Peterburg, 2000. – S.160–166.
8. *Perspektivy ispol'zovaniya tekhnologicheskikh othodov promyshlennogo proizvodstva gribov ve-shenki posle fermentirovaniya zakvaskoj Lesnova v kachestve korma dlya krupnogo rogatogo skota* / O. A. Mironova, A. P. Lesnov, L. P. Mironova [i dr.] // *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2023. – № 1 (47). – S. 117–124.
9. Omarov, M. O. *Racion balansiruem po proteinu* / M. O. Omarov, E. N. Golovko // *ZHivotnovodstvo Rossii*. – 2006. – № 2. – S. 57–58.
10. Fisinin, V. I. *Mikotoksiny i antioksidanty: neprimirimaya bor'ba. T-2 toksin- metabolizm i toksichnost'* / V. I. Fisinin, P. Suraj // *Veterinarnaya medicina*. – 2012. – № 3. – S. 38–41.
11. Fisinin, V. I. *Mikotoksiny i antioksidanty: neprimirimaya bor'ba. Ohratoksin A* / V. I. Fisinin, P. Suraj // *Kombikorma*. – 2012. – № 3. – S. 55–56.

Поступила в редакцию 27.12.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-58-67
УДК 636.2.082.2:636.034(476)

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕНОТИПОВ ГЕНОВ *DGAT1*, *GH*, *PRL* И *BLG* С ПОКАЗАТЕЛЯМИ
МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ**

Михалюк А.Н. ORCID ID 0000-0001-6110-264X, Танана Л.А. ORCID ID 0000-0002-0631-6116
УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

Совершенствование селекционного процесса с использованием молекулярно-генетических методов позволяет более эффективно оценивать генетический потенциал пород, популяций и отдельных особей, корректировать направленность селекционной работы, воздействовать на признаки, характеризующие технологическую ценность молока (жирномолочность, белковомолочность и др.) и, как результат, сократить временные затраты на разведение животных с высокой молочной продуктивностью. Исследования проводились на базе молочно-товарного комплекса «Обухово» СПК им.И.П. Сенько Гродненского района Гродненской области (Республика Беларусь). При оценке ассоциированного влияния комплексов генотипов генов *DGAT1*, *GH*, *PRL* и *BLG* с показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции установлено, что по массовой доле жира и количеству молочного жира в молоке, в большинстве случаев, наиболее высокие показатели имели животные с комплексом генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}*. Установлено, что у животных всех комплексов генотипов генов по трем лактациям были выявлены средние и высокие величины положительных корреляционных связей между удоем и количеством молочного жира в молоке, удоем и количеством молочного белка в молоке, а также между количеством молочного жира и количеством молочного белка в молоке ($r=0,80\dots0,99$). **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, гены диацилглицерол О-ацилтрансферазы 1 (*DGAT1*), соматотропина (*GH*), пролактин (*PRL*) и бета-лактоглобулина (*BLG*), молочная продуктивность.

**RELATIONSHIP OF COMPLEX GENOTYPES OF *DGAT1*, *GH*, *PRL* AND *BLG* GENES
WITH MILK PERFORMANCE INDICATORS FOR HOLSTEIN DAIRY COWS OF DOMESTIC SELECTION**

Mikhailjuk A.N., Tanana L.A.
Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

The improvement in the selection process using molecular genetic methods allows more effectively assess the genetic potential of breeds, populations and individual animals, adjusting the focus of selection work, influencing the traits that characterize the technological value of milk (fat content, protein content, etc.). As a result, it allows reducing the time spent on breeding animals with high milk productivity. The studies were conducted at the Obukhovo dairy complex of the I.P. Senko agricultural production cooperative in the Grodno district of the Grodno region (Republic of Belarus). When assessing the associated influence of the *DGAT1*, *GH*, *PRL* and *BLG* gene genotype complexes and

the milk productivity indices of domestically bred Holstein dairy cows, it was established that in terms of the mass fraction of fat and the amount of milk fat in milk, in most cases, the animals with the $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ gene genotype complex had the highest indices. It was established that in animals of all gene genotype complexes over three lactations, medium and high values of positive correlations were identified between milk yield and the amount of milk fat in milk; milk yield and the amount of milk protein in milk, as well as between the amount of milk fat and the amount of milk protein in milk ($r=0.80...0.99$). **Keywords:** cattle, genes of diacylglycerol O-acyl transferase 1 ($DGAT1$), somatotropin (GH), prolactin (PRL) and beta-lactoglobulin (BLG), milk performance.

Введение. В современных условиях развития животноводства, и скотоводства в частности, основной задачей селекционеров является выявление и использование биологических закономерностей и возможностей организма животного с целью получения максимального количества продукции, а совершенствование пород крупного рогатого скота осуществляется с использованием генотипирования животных с применением ДНК-технологий. Одним из подходов повышения эффективности селекционной работы является применение ДНК-маркеров, что в итоге даст возможность значительно повысить генетический потенциал животных, осуществить направленное разведение предпочтительных генотипов, ускорить процесс селекции крупного рогатого скота молочного направления продуктивности на повышение хозяйственно полезных качеств [1, 5].

В этой связи **целью данной работы** явилось изучение взаимосвязи комплексных генотипов генов $DGAT1$, GH , PRL и BLG с показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на базе молочно-товарного комплекса «Обухово» СПК им. И.П. Сенько Гродненского района Гродненской области. Для исследования использовали биологический материал (ушной выщип) от коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции в количестве 105 проб. Для оценки аллелофонда животных использовали данные продуктивности исследуемых животных по трем лактациям. Племенные карточки животных были предоставлены компьютерной группой по обработке и анализу данных племенного учета РУСП «Гродненское племпредприятие».

ДНК-генотипирование животных по генам диацилглицерол О-ацилтрансферазы 1 ($DGAT1$), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) проводили в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «ДНК-технологий» УО «Гродненский государственный аграрный университет» с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК готовили по Т. Маниатису, Э. Фрич, Дж.Сэмбруку [2], а для амплификации и рестрикции использовали растворы производства ОДО «Праймтех», Беларусь.

Для амплификации участка гена $DGAT1$ использовали праймеры [10]:

$DGAT1$ 1: 5' CAC CAT CCT CTT CCT CAA GC 3'

$DGAT1$ 2: 5' ATG CGG GAG TAG TCC ATG TC 3'

Длина амплифицированного фрагмента гена $DGAT1$ составила 411 п.н. Для рестрикции амплифицированного локуса гена $DGAT1$ применяли эндонуклеазу Aco I. Реакцию проводили при температуре 37°C. При расщеплении продуктов амплификации гена $DGAT1$ идентифицировался генотип: $DGAT1^{KK}$ – фрагмент 411 п.н. (рисунок 1).

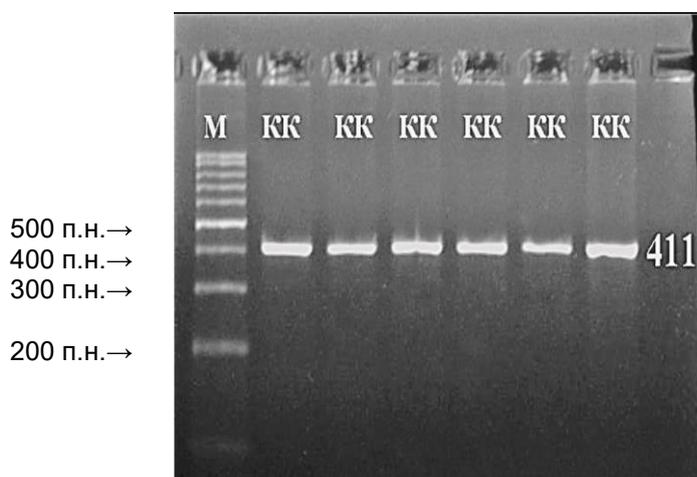


Рисунок 1 – Электрофореграмма рестрикционного анализа гена $DGAT1$

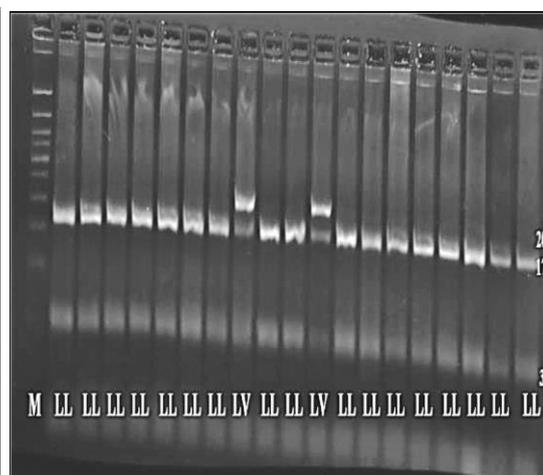


Рисунок 2 – Электрофореграмма рестрикционного анализа гена GH

Обозначения: М – маркер молекулярного веса 200 – 500 п.н. (ОДО «Праймтех», Беларусь)

Для амплификации участка гена *GH* использовали праймеры [9]:

GH 1: 5' CCG TGT CTA TGA GAA GC 3'

GH 2: 5' GTT CTT GAG CAG CGC GT 3'

Длина амплифицированного фрагмента гена *GH* составила 223 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *GH* применяли эндонуклеазу *AluI*. Реакцию проводили при температуре 37 °С. При расщеплении продуктов амплификации по гену *GH* идентифицировались генотипы: *GH^{LL}* – 208 п.н.; *GH^V* – 208/172/35 п.н.; *GH^{VV}* – 172/35 п.н. (рисунок 2).

Для амплификации участка гена *PRL* использовали праймеры [11]:

PRL 1: 5' CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT 3'

PRL 2: 5' GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC 3'

Длина амплифицированного фрагмента гена *PRL* – 156 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *PRL* применяли эндонуклеазу *Rsa I*. Реакцию проводили при температуре 37 °С. При расщеплении продуктов амплификации по гену *PRL* идентифицируются следующие генотипы: *PRL^{AA}* – длиной 156 п.н.; *PRL^{AB}* – 156/82/74 п.н.; *PRL^{BB}* – 82/74 п.н. (рисунок 3).



Рисунок 3 – Электрофореграмма рестриционного анализа гена *PRL*



Рисунок 4 – Электрофореграмма рестриционного анализа гена *BLG*

Для амплификации участка гена *BLG* использовали праймеры [8]:

BLG 1: 5' TGTGCTGGACACCGACTACAAAAAG 3'

BLG 2: 5' GCT CCC GGT ATA TGA CCA CCC TCT 3'

Длина фрагмента гена *BLG* – 247 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *BLG* применяли эндонуклеазу *BsuRI* (*HaeIII*). Реакцию проводили при температуре 37 °С. При расщеплении продуктов амплификации по гену *BLG* идентифицируются следующие генотипы: *BLG^{AA}* – фрагменты 148/99 п.н.; *BLG^{AB}* – фрагменты 148/99/74 п.н.; *BLG^{BB}* – фрагменты 99/74 п.н. (рисунок 4).

Частота встречаемости аллелей по генам диацилглицерол О-ацилтрансферазы 1 (*DGAT1*), пролактин (*PRL*), бета-лактоглобулина (*BLG*) и соматотропина (*GH*) рассчитана по формулам по Е.К. Меркурьевой [3]. Для оценки генетического равновесия в популяции по изучаемым генам определяли критерий хи-квадрат (χ^2) или критерий Пирсона [4].

Для изучения молочной продуктивности подопытные животные голштинской породы молочного скота отечественной селекции были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность коров определяли по результатам контрольных доений. В статистическую обработку включали показатели животных, продолжительность лактации у которых была не менее 240 дней. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удой, массовую долю жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации или укороченную лактацию.

Статистическую обработку полученных данных проводили методами биологической статистики в описании Н.А. Плохинского [7], используя при этом компьютерную программу Microsoft Excel. Достоверными считались различия при уровне значимости * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

Результаты исследований. Соотношение первотелок голштинской породы молочного скота отечественной селекции с выявленными комбинациями генотипов генов *DGAT1*, *GH*, *PRL* и *BLG* представлено в таблице 1. Анализ полученных данных показывает, что всего было выявлено 13 комплексов генотипов из 27 возможных комбинаций. Из всех протестированных первотелок наибольшее количество животных имело комплекс генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}* – 32,5% (26 голов). При этом другие комбинации генотипов были распределены следующим образом: 16,3% первотелок, или 13 голов, имели комплекс генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}*, 8 го-

лов, или 10,0% животных, имели совокупность генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$, у 6 голов, или 7,5% животных, имелись сочетания генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$ соответственно, 5 животных, или 6,3%, имели комплекс генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$, 4 первотелки, или 5,0% животных, имели комбинацию генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$, 3 головы, или 3,7% первотелок, имели комплекс генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{BB}$, комбинации генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA}$, $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$, $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{BB}BLG^{AB}$, $DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ выявлены у 2 особей, и еще 1 животное имело комплекс генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$.

Таблица 1 – Соотношение первотелок голштинской породы молочного скота отечественной селекции с выявленными комбинациями генотипов генов $DGAT1$, GH , PRL и BLG

| № п/п | Комплекс генотипов генов | Животные | |
|-------|-------------------------------------|------------------|------|
| | | количество голов | % |
| 1 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$ | 4 | 5 |
| 2 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 26 | 32,5 |
| 3 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ | 1 | 1,2 |
| 4 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ | 8 | 10 |
| 5 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ | 13 | 16,3 |
| 6 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ | 6 | 7,5 |
| 7 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA}$ | 2 | 2,5 |
| 8 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 5 | 6,3 |
| 9 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$ | 2 | 2,5 |
| 10 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$ | 6 | 7,5 |
| 11 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{BB}$ | 3 | 3,7 |
| 12 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{BB}BLG^{AB}$ | 2 | 2,5 |
| 13 | $DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 2 | 2,5 |

Соотношение коров второй лактации голштинской породы молочного скота отечественной селекции с выявленными комбинациями генотипов $DGAT1$, GH , PRL и BLG представлено в таблице 2. Установлено, что всего было выявлено 13 комплексов генотипов из 27 возможных комбинаций. Так же как и в случае с первотелками, наибольшее количество из всех протестированных животных имели комплекс генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 33,3% (18 голов).

Таблица 2 – Соотношение коров второй лактации голштинской породы молочного скота отечественной селекции с выявленными комбинациями генотипов $DGAT1$, GH , PRL и BLG

| № п/п | Комплекс генотипов генов | Животные | |
|-------|-------------------------------------|------------------|------|
| | | количество голов | % |
| 1 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$ | 2 | 3,7 |
| 2 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 18 | 33,3 |
| 3 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ | 2 | 3,7 |
| 4 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ | 5 | 9,3 |
| 5 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ | 7 | 13,0 |
| 6 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ | 5 | 9,3 |
| 7 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA}$ | 1 | 1,8 |
| 8 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 5 | 9,3 |
| 9 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$ | 1 | 1,8 |
| 10 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$ | 3 | 5,6 |
| 11 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{BB}$ | 3 | 5,6 |
| 12 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{BB}BLG^{AB}$ | 1 | 1,8 |
| 13 | $DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 1 | 1,8 |

При этом другие сочетания генотипов были распределены следующим образом: 7 голов, или 13,0% животных, имели комбинацию генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$, 5 голов, или 9,3% коров, имели сочетания генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$, $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ соответственно, еще у 3 голов, или 5,6% животных, имелись совокупности генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{BB}$, 2 коровы, или 3,7% животных, имели комплексы генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$, сочетания генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA}$, $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$, $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{BB}BLG^{AB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ имело 1 животное соответственно.

Соотношение коров третьей лактации голштинской породы молочного скота отечественной селекции с выявленными комбинациями генотипов генов *DGAT1*, *GH*, *PRL* и *BLG* представлено в таблице 3. Из анализа данных, представленных в таблице 4, видно, что всего было выявлено 12 комплексов генотипов из 27 возможных комбинаций. Так же как и в случае с первотелками и коровами второй лактации, наибольшее количество из всех протестированных животных имели комплекс генотипов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}* – 39,5% (15 голов). Что касается животных других комбинаций генотипов, то они распределились следующим образом: 5 голов, или 13,3% животных, имели комбинацию генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}*, 4 головы, или 10,5% коров, имели сочетания генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}*, *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}* соответственно, еще 2 головы, или 5,3% животных, имели комплекс генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}* и *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}* соответственно, комбинации генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA}*, *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}*, *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}*, *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{BB}*, *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{BB}BLG^{AB}* и *DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB}* соответственно выявлены у 1 животного.

Таблица 3 – Соотношение коров третьей лактации голштинской породы молочного скота отечественной селекции с выявленными комбинациями генотипов генов *DGAT1*, *GH*, *PRL* и *BLG*

| № п/п | Комплекс генотипов генов | Животные | |
|-------|--|------------------|------|
| | | количество голов | % |
| 1 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}</i> | 2 | 5,3 |
| 2 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}</i> | 15 | 39,5 |
| 3 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}</i> | 4 | 10,5 |
| 4 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}</i> | 5 | 13,3 |
| 5 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}</i> | 4 | 10,5 |
| 6 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA}</i> | 1 | 2,6 |
| 7 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}</i> | 2 | 5,3 |
| 8 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}</i> | 1 | 2,6 |
| 9 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}</i> | 1 | 2,6 |
| 10 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{BB}</i> | 1 | 2,6 |
| 11 | <i>DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{BB}BLG^{AB}</i> | 1 | 2,6 |
| 12 | <i>DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB}</i> | 1 | 2,6 |

К третьей лактации часть протестированных животных голштинской породы молочного скота отечественной селекции выбыло из основного стада. Основными причинами выбытия явились маститы (63%), эндометриты (14%), болезни конечностей (17%), внутренние незаразные заболевания (кетозы) (6%).

Для оценки ассоциированного влияния комплекса генотипов генов *DGAT1*, *GH*, *PRL* и *BLG* с показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции минимальная выборка составила 5 голов.

В результате исследований установлено, что наиболее высокий удой был у первотелок голштинской породы молочного скота отечественной селекции с комплексом генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}* – 8719,33±301,31 кг (таблица 4). По этому показателю они превосходили своих сверстниц, имеющих самый низкий удой, – 7595,85±232,95 кг (комплекс генотипов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}*) на 14,7% ($P < 0,01$). Удой животных с другими комбинациями генотипов генов составил: *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}* – 8578,50±370,72 кг, *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}* – 8236,08±257,68 кг, *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}* – 7683,00±327,44 кг, *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}* – 8110,00±316,68 кг соответственно. По этому показателю они превосходили особей с сочетанием генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}*, имеющих наименьший удой, на 12,9% ($P < 0,01$), на 8,4% ($P < 0,05$), на 1,1% и на 6,7% ($P < 0,05$) соответственно.

Вместе с тем по массовой доле жира в молоке наиболее высокие показатели имели первотелки с комплексом полиморфных вариантов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}* – 3,81±0,06%, и по этому показателю они превосходили своих сверстниц с комплексом генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}*, имеющих наиболее низкую жирномолочность – 3,71±0,07% на 0,10 п.п. ($P < 0,05$). У животных с сочетаниями генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}* и *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}* массовая доля жира в молоке составила 3,79±0,06%, с комбинацией генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}* – 3,78±0,08% и с комплексом полиморфных вариантов генов *DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{BB}* – 3,75±0,09%, что на 0,08 п.п., 0,07 п.п., на 0,04 п.п. выше, чем у первотелок с совокупностью генотипов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}* соответственно. Что касается массовой доли белка в молоке, то наиболее высокие показатели имели особи с комплексом генотипов генов *DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}* – 3,29±0,03%, самые низкие –

первотелки с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ – $3,21 \pm 0,04\%$. У первотелок остальных изучаемых комплексов генотипов массовая доля белка в молоке составляла $3,22 \pm 0,06\% = 3,27 \pm 0,05\%$ ($P < 0,05$). По количеству молочного жира в молоке самые высокие показатели имели животные с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – $327,33 \pm 12,22$ кг, что на $13,7\%$ ($P < 0,01$) выше, чем у особей с сочетанием генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$, имеющих наименьший показатель – $287,81 \pm 9,59$ кг.

У первотелок с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ количество молочного жира в молоке составило $318,88 \pm 13,24$ кг, у животных с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – $312,85 \pm 13,57$ кг, у особей с совокупностью генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ – $293,17 \pm 13,74$ кг, у первотелок с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $307,20 \pm 18,29$ кг соответственно, что на $10,7\%$ ($P < 0,05$), $8,7\%$ ($P < 0,05$), $1,8\%$ и $6,7\%$ ($P < 0,05$) выше, чем у первотелок с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$.

Таблица 4 – Ассоциация комплекса полиморфных вариантов генов $DGAT1$, GH , PRL и BLG с показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции, ($M \pm m$)

| № | Комплекс генотипов генов | n | Показатели | | | | |
|---|-------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | | удой за 305 дней лактации, кг | массовая доля жира, % | количество молочного жира, кг | массовая доля белка, % | количество молочного белка, кг |
| Первотелки голштинской породы молочного скота отечественной селекции | | | | | | | |
| 1 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 26 | $7595,85 \pm 232,95$ | $3,79 \pm 0,05$ | $287,81 \pm 9,59$ | $3,25 \pm 0,02$ | $246,65 \pm 7,24$ |
| 2 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ | 8 | $8578,50 \pm 370,72^{**}$ | $3,71 \pm 0,07$ | $318,88 \pm 13,24^*$ | $3,27 \pm 0,05$ | $279,38 \pm 14,44^*$ |
| 3 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ | 13 | $8236,08 \pm 257,68^*$ | $3,79 \pm 0,07$ | $312,85 \pm 13,57^*$ | $3,29 \pm 0,03$ | $271,00 \pm 9,44^*$ |
| 4 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ | 6 | $7683,00 \pm 327,44$ | $3,81 \pm 0,06$ | $293,17 \pm 13,74$ | $3,21 \pm 0,04$ | $246,50 \pm 12,28$ |
| 5 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 5 | $8110,00 \pm 316,68^*$ | $3,78 \pm 0,08$ | $307,20 \pm 18,29$ | $3,25 \pm 0,03$ | $263,00 \pm 8,53$ |
| 6 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$ | 6 | $8719,33 \pm 301,31^{**}$ | $3,75 \pm 0,09$ | $327,33 \pm 12,52^{**}$ | $3,22 \pm 0,06$ | $279,17 \pm 12,02^*$ |
| Коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции второй лактации | | | | | | | |
| 1 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 18 | $8867,17 \pm 233,47^*$ | $3,85 \pm 0,07^{**}$ | $345,56 \pm 12,03^{**}$ | $3,23 \pm 0,06$ | $285,94 \pm 10,81^*$ |
| 2 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ | 5 | $8162,20 \pm 165,33$ | $3,52 \pm 0,10$ | $287,20 \pm 10,93$ | $3,26 \pm 0,04$ | $266,20 \pm 11,04$ |
| 3 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ | 7 | $8486,43 \pm 324,34$ | $3,89 \pm 0,09^{**}$ | $331,29 \pm 12,43^{**}$ | $3,21 \pm 0,05$ | $272,14 \pm 13,40$ |
| 4 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ | 5 | $9533,20 \pm 306,33^{**}$ | $3,77 \pm 0,10^*$ | $360,80 \pm 13,30^{**}$ | $3,27 \pm 0,05$ | $312,80 \pm 12,67^{**}$ |
| 5 | $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 5 | $8580,80 \pm 287,13$ | $3,86 \pm 0,10^{**}$ | $329,40 \pm 14,16^{**}$ | $3,26 \pm 0,08$ | $277,40 \pm 13,14$ |
| Коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции третьей лактации | | | | | | | |
| 1 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ | 15 | $8654,27 \pm 264,80$ | $3,84 \pm 0,04^*$ | $332,07 \pm 9,43$ | $3,25 \pm 0,03$ | $280,87 \pm 8,02$ |
| 2 | $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ | 5 | $9054,60 \pm 308,23$ | $3,68 \pm 0,05$ | $332,80 \pm 13,76$ | $3,24 \pm 0,05$ | $293,40 \pm 14,08$ |

По количеству молочного белка в молоке лучшие результаты имели первотелки с комплексами генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ – $279,38 \pm 14,44$ кг и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – $279,17 \pm 12,02$ кг соответственно, что на $13,3\%$ ($P < 0,05$) и на $13,2\%$ ($P < 0,05$) выше, чем у первотелок с сочетанием генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$, имеющих показатель $246,50 \pm 12,28$ кг. У первотелок других изучаемых комплексов генотипов количество молочного белка в молоке находилось в интервале $246,65 \pm 7,24$ кг ... $271,00 \pm 9,44$ кг, что выше, чем у первотелок с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$, на $0,5\%$... $9,9\%$ ($P < 0,05$) соответственно. При анализе показателей молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции второй лактации с полиморфными вариантами генотипов генов $DGAT1$, GH , PRL и BLG было установлено,

что наиболее высокий удой был у коров с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ – 9533,20±306,33 кг, что на 16,7% ($P<0,01$) выше, чем у особей с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$, имеющих наименьший удой, – 8162,20±165,33 кг. Коровы второй лактации с сочетанием генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ имели удой 8867,17±233,47 кг, с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – 8486,43±324,34 кг и с совокупностью генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 8580,80±287,13 кг, что на 8,6% ($P<0,05$), 3,9% и 5,1% ($P<0,05$) выше, чем у коров с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$. По массовой доле жира в молоке наиболее высокий показатель имели животные с комплексом генотипов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – 3,89±0,09%, что на 0,37 п.п. ($P<0,01$) выше, чем у коров с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$, имеющих наименьшую жирномолочность – 3,52±0,10%. У коров с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ массовая доля жира в молоке составила 3,85±0,07%, с сочетанием генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ – 3,77±0,10% и с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 3,86±0,10%, что на 0,33 п.п. ($P<0,01$), 0,25 п.п. ($P<0,05$) и 0,34 п.п. ($P<0,01$) выше, чем у коров с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ соответственно. Что касается массовой доли белка в молоке, то наиболее высокий показатель имели коровы с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ – 3,27±0,05%, наиболее низкий – коровы с совокупностью генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – 3,21±0,05%. У животных других комплексов генотипов массовая доля белка в молоке варьировала в пределах 3,23±0,06% ... 3,26±0,06% ($P<0,05$). В отношении количества молочного жира и белка в молоке более высокие результаты показали животные, имеющие комбинацию генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ – 360,80±13,30 кг и 312,80±12,67 кг соответственно, что обусловлено, в первую очередь, более высоким удоем. По этим показателям они превосходили животных с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$, имеющих наиболее низкие значения, – 287,20±10,93 кг и 266,20±11,04 кг на 25,6% ($P<0,01$) и 17,5% ($P<0,01$) соответственно. Что касается животных других комплексов генотипов, то количество молочного жира и белка в молоке у них составило: у коров с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 345,56±12,03 кг и 285,94±10,81 кг, с совокупностью генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – 331,29±12,43 кг и 272,14±13,40 кг и с сочетанием генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 329,40±14,16 кг и 277,40±13,14 кг соответственно. К третьей лактации остались выборки животных, имеющие 5 и более голов двух комплексных генотипов – $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ (15 голов) и $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ (5 голов), другие выявленные комплексы генотипов были представлены меньшим количеством животных. В результате исследований установлено, что по удою наиболее высокий показатель имели животные с комплексом полиморфных вариантов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – 9054,60±308,23 кг, у животных с сочетанием генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ составил 8654,27±264,80 кг. Вместе с тем по массовой доле жира и белка в молоке наиболее высокие показатели имели коровы третьей лактации с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 3,84±0,04% и 3,25±0,03% соответственно. По этим показателям они превосходили своих сверстниц с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ на 0,16 п.п. ($P<0,05$) и на 0,01 п.п. соответственно. По количеству молочного жира в молоке животные обоих комплексов генотипов имели практически одинаковые показатели – 332,07±9,43 кг (комплекс генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$) и 332,80±13,76 кг (комбинация генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$). Количество молочного белка в молоке оказалось выше на 4,4% у животных с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ по сравнению с животными сочетания генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$.

Таким образом, при оценке ассоциированного влияния комплексов генотипов генов $DGAT1$, GH , PRL и BLG с показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции установлено, что по массовой доле жира и количеству молочного жира в молоке, в большинстве случаев, наиболее высокие показатели имели животные с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$.

На следующем этапе исследований нами были изучены корреляционные связи между основными показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции по трем лактациям с учетом комплексов генотипов генов $DGAT1$, GH , PRL и BLG . Корреляционные связи между основными показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции по трем лактациям представлены в таблице 5. Анализ данных таблицы свидетельствует о том, что у первотелок всех комплексов генотипов (за исключением комплекса генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$) была выявлена положительная корреляционная связь (от низкой до высокой) между удоем и жирномолочностью ($r = 0,08 \dots 0,97$). Противоположная тенденция была выявлена между удоем и белкомолочностью: у животных всех комплексов генотипов (за исключением животных с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$) корреляционная связь была отрицательной (от низкой до высокой), при этом коэффициент корреляции составлял $r = -0,07 \dots -0,90$. Аналогичная тенденция по корреляционной связи была выявлена между показателями жирномолочности и белкомолочности. Так, первотелки всех комплексов генотипов (за исключением

первотелок с сочетанием генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$) имели отрицательную корреляционную связь ($r = -0,06-0,40$).

Между удоем и количеством молочного жира в молоке, между удоем и количеством молочного белка в молоке, а также между количеством молочного жира и количеством молочного белка в молоке у первотелок голштинской породы молочного скота отечественной селекции всех комплексов генотипов была выявлена высокая положительная корреляционная связь ($r = 0,85... 0,99$). У коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции второй лактации отмечены различия в корреляционной связи между основными показателями молочной продуктивности в сравнении с первотелками. Так, между удоем и жирномолочностью у животных комплексов генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ корреляционная связь была средней отрицательной величины ($r = 0,51$).

Таблица 5 – Корреляционная связь между основными показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции по трем лактациям, г

| № | Комплекс генотипов | n | Показатели | | | | | |
|---|---------------------------|----|------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|
| | | | удой – жирномолочность | удой – белково-молочность | жирномолочность – белковомолочность | удой – количество молочного жира | удой – количество молочного белка | количество молочного жира – количество молочного белка |
| Первотелки голштинской породы молочного скота отечественной селекции | | | | | | | | |
| 1 | DGAT1KKGHLLP RLAABLGAB | 26 | - 0,06 | - 0,36 | - 0,06 | 0,89 | 0,98 | 0,87 |
| 2 | DGAT1KKGHLLP RLABBLGAA | 8 | 0,08 | - 0,70 | - 0,40 | 0,94 | 0,99 | 0,91 |
| 3 | DGAT1KKGHLLP RLABBLGAB | 13 | 0,41 | 0,24 | 0,38 | 0,90 | 0,96 | 0,91 |
| 4 | DGAT1KKGHLLP RLABBLGBB | 6 | 0,43 | - 0,07 | - 0,32 | 0,97 | 0,98 | 0,94 |
| 5 | DGAT1KKGHLLP RLAABLGAB | 5 | 0,97 | - 0,47 | - 0,30 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| 6 | DGAT1KKGHLLP RLABBLGAB | 6 | 0,18 | - 0,90 | - 0,32 | 0,89 | 0,98 | 0,85 |
| Коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции второй лактации | | | | | | | | |
| 1 | DGAT1KKGHLLP RLAABLGAB | 18 | 0,54 | - 0,19 | 0,44 | 0,95 | 0,98 | 0,97 |
| 2 | DGAT1KKGHLLP RLABBLGAA | 5 | - 0,51 | - 0,27 | 0,54 | 0,80 | 0,95 | 0,83 |
| 3 | DGAT1KKGHLLP RLABBLGAB | 7 | 0,27 | 0,17 | - 0,40 | 0,99 | 0,98 | 0,97 |
| 4 | DGAT1KKGHLLP RLABBLGBB | 5 | 0,49 | 0,75 | 0,60 | 0,90 | 0,98 | 0,91 |
| 5 | DGAT1KKGHLLP RLAABLGAB | 5 | - 0,51 | - 0,99 | 0,50 | 0,82 | 0,99 | 0,81 |
| Коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции третьей лактации | | | | | | | | |
| 1 | DGAT1KKGHLLP RLAABLGAB | 15 | - 0,34 | - 0,28 | + 0,28 | + 0,96 | + 0,97 | + 0,94 |
| 2 | DGAT1KKGHLLP RLABBLGAB | 5 | + 0,11 | - 0,12 | - 0,99 | + 0,98 | + 0,97 | + 0,91 |

У животных с комбинациями генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$, $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ корреляционная связь между удоем и жирномолочностью, напротив, была положительной (от средней до высокой положительной), а коэффициент корреляции варьировал от 0,27 до 0,54. Что касается корреляционной связи между удоем и белковомолочностью, то у животных с комплексами полиморфных вариантов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$, $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ она была

отрицательной (от низкой до высокой), а коэффициент корреляции (r) составил $-0,19$, $-0,27$ и $-0,99$ соответственно. У коров с сочетаниями генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ корреляционная связь между удоем и белковомолочностью была положительной (от низкой до высокой), а коэффициент корреляции (r) составил $0,17$ и $0,75$ соответственно. Между жирномолочностью и белковомолочностью у животных всех комплексов генотипов (за исключением коров с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$) была отмечена положительная корреляционная связь. При этом коэффициент корреляции варьировал от $0,44$ у животных с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ до $0,60$ – у особей с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$, что является средней величиной.

Между другими показателями молочной продуктивности коров, в частности, между удоем и количеством молочного жира в молоке, между удоем и количеством молочного белка в молоке, а также между количеством молочного жира и количеством молочного белка в молоке у животных второй лактации всех комплексов генотипов была выявлена высокая положительная корреляционная связь ($r=0,80\dots0,99$). При анализе корреляционной связи между основными показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции третьей лактации установлено, что у животных с комбинацией генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ была выявлена средней величины отрицательная корреляционная связь между удоем и жирномолочностью, а также между удоем и белковомолочностью ($r = -0,34$ и $-0,28$ соответственно). Между показателями жирномолочности и белковомолочности установлена низкая положительная корреляционная связь, а коэффициент корреляции (r) составил $0,28$. Вместе с тем между такими показателями молочной продуктивности, как удой и количество молочного жира в молоке, удой и количество молочного белка в молоке, а также между количеством молочного жира и количеством молочного белка в молоке корреляционная связь была высокой положительной ($r=0,95\dots0,98$). Что касается животных с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$, то необходимо отметить, что между удоем и жирномолочностью была установлена низкая положительная корреляционная связь ($r=0,11$). Между удоем и белковомолочностью, наоборот, была выявлена низкая отрицательная корреляционная связь ($r = -0,12$). Вместе с тем была установлена высокая отрицательная корреляционная связь между показателями жирномолочности и белковомолочности ($r = -0,99$). Высокая положительная корреляционная связь была выявлена между такими показателями, как удой и количество молочного жира в молоке, удой и количество молочного белка в молоке, количество молочного жира и количество молочного белка в молоке. Между указанными выше показателями коэффициент корреляции (r) находился в интервале $0,94\dots0,97$. Аналогичные результаты были получены в исследованиях других ученых [6].

Заключение. При оценке ассоциированного влияния комплексов генотипов генов $DGAT1$, GH , PRL и BLG с показателями молочной продуктивности коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции установлено, что по массовой доле жира и количеству молочного жира в молоке, в большинстве случаев, наиболее высокие показатели имели животные с комплексом генотипов генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$. Установлено, что у животных всех комплексов генотипов генов по трем лактациям были выявлены средние и высокие величины положительных корреляционных связей между удоем и количеством молочного жира в молоке, удоем и количеством молочного белка в молоке, а также между количеством молочного жира и количеством молочного белка в молоке ($r=0,80\dots0,99$). Что касается взаимосвязи между другими показателями молочной продуктивности, в частности, между удоем и жирномолочностью, удоем и белковомолочностью, а также между жирномолочностью и белковомолочностью, корреляционные связи изменялись в зависимости от комплексного генотипа и номера лактации и варьировали от высоких положительных до высоких отрицательных величин, при этом коэффициент корреляции (r) находился в интервале от $-0,97$ до $0,99$.

Conclusion. At the assessment of associated influence of $DGAT1$, GH , PRL and BLG genotype complexes with milk productivity indicators of Holstein dairy cows of domestic selection it was established that animals with $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ genotype complexes had the highest indices in most cases. It was found that in animals of all complexes of genes genotypes, average and high values of positive correlations between milk yield and milk fat in milk, milk yield and milk protein in milk, as well as between milk fat and milk protein in milk ($r=0,80\dots0,99$) were revealed for three lactations. Regarding the relationship between other dairy performance indices, particularly between milk yield and fat yield, milk yield and protein milk yield, and between fat yield and protein milk yield, the correlations varied according to complex genotype and lactation number, and ranged from high positive to high negative values, with correlation coefficient (r) ranging from $0,97$ to $0,99$.

Список литературы.

1. Глазко, В. И. Молекулярная биология для животноводства / В. И. Глазко // *FarmAnimals*. – 2012. – № 1 (1). – С. 24–29.
2. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук. – Москва : Мир, 1984. – 480 с.
3. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике / Е. К. Меркурьева. – Москва : Колос, 1970. – 423 с.
4. Меркурьева, Е. К. Генетика с основами биометрии / Е. К. Меркурьева, Г. Н. Шангин-Березовский. – Москва : Колос, 1983. – 400 с.
5. Гетманцева, Л. В. Молекулярно-генетические исследования сельскохозяйственных животных методом ПЦР-ПДРФ : учебное пособие / Л. В. Гетманцева ; Донской государственный аграрный университет. – Персиановский : ДонГАУ, 2018. – 119 с.
6. Племенная работа в молочном скотоводстве / Н. В. Казаровец, Т. В. Павлова, Н. И. Гавриченко [и др.] ; Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск : БГАТУ, 2012. – 421 с.
7. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – Москва : АН СССР, 1969. – 360 с.
8. Ardici, S. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Frisian bulls / S. Ardici // *Arch. Animal Breeding*. – 2019. – Vol. 62, № 1. – P. 9–32.
9. Stimulated growth hormone (GH) release in Friesian cattle with respect to GH genotypes / R. Grochowska, L. Zwierzchowski, M. Snochowski, Z. Reklewski // *Respod. Nutr.* – 1999. – Dev. 39. – P. 171–180.
10. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle / J. Komisarek, K. Waskowicz, A. Michalak, Z. Dorynek // *Animal Science Papers and Reports* – 2004. – Vol. 22, № 3. – P. 307–313.
11. Thya, N. T. D. Polymorphism of PIT-1 and prolactin genes and their effects on milk yield in Holstein Friesian dairy cows bred in Vietnam / N. T. D. Thya // *Russ. J. of Genetics*. – 2018. – Vol. 54, № 3. – P. 346–352.

References.

1. Glazko, V. I. Molekulyarnaya biologiya dlya zhivotnovodstva / V. I. Glazko // *FarmAnimals*. – 2012. – № 1 (1). – S. 24–29.
2. Maniatis, T. Molekulyarnoe klonirovanie / T. Maniatis, E. Frich, Dzh. Sembruk. – Moskva : Mir, 1984. – 480 s.
3. Merkur'eva, E. K. Biometriya v selekcii i genetike / E. K. Merkur'eva. – Moskva : Kolos, 1970. – 423 s.
4. Merkur'eva, E. K. Genetika s osnovami biometrii / E. K. Merkur'eva, G. N. SHangin-Berezovskij. – Moskva : Kolos, 1983. – 400 s.
5. Getmanceva, L. V. Molekulyarno-geneticheskie issledovaniya sel'skohozyajstvennyhzhivotnyh me-todom PCR-PDRF : uchebnoe posobie / L. V. Getmanceva ; Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Persianovskij : DonGAU, 2018. – 119 s.
6. Plemennaya rabota v molochnom skotovodstve / N. V. Kazarovec, T. V. Pavlova, N. I. Gavrichenko [i dr.] ; Belorusskij gosudarstvennyj agrarnyj tekhnicheskij universitet. – Minsk : BGATU, 2012. – 421 s.
7. Plohinskij, N. A. Biometriya / N. A. Plohinskij. – Moskva : AN SSSR, 1969. – 360 s.
8. Ardici, S. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Frisian bulls / S. Ardici // *Arch. Animal Breeding*. – 2019. – Vol. 62, № 1. – P. 9–32.
9. Stimulated growth hormone (GH) release in Friesian cattle with respect to GH genotypes / R. Grochowska, L. Zwierzchowski, M. Snochowski, Z. Reklewski // *Respod. Nutr.* – 1999. – Dev. 39. – P. 171–180.
10. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle / J. Komisarek, K. Waskowicz, A. Michalak, Z. Dorynek // *Animal Science Papers and Reports* – 2004. – Vol. 22, № 3. – R. 307–313.
11. Thya, N. T. D. Polymorphism of PIT-1 and prolactin genes and their effects on milk yield in Holstein Friesian dairy cows bred in Vietnam / N. T. D. Thya // *Russ. J. of Genetics*. – 2018. – Vol. 54, № 3. – P. 346–352.

Поступила в редакцию 17.02.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-67-73

УДК 636.2.087.7

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ α -АМИЛАЗЫ И ЖИВЫХ ДРОЖЖЕЙ В КОРМЛЕНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Подрез В.Н. ORCID ID 0000-0001-7527-2228, Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X,
Ухов М.С., Карпеня С.Л. ORCID ID 0000-0001-7690-9091

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Доказана целесообразность применения экзогенного фермента α -амилазы продуцента *Bacillus licheniformis* в количестве 0,5 мг/кг сухого вещества рациона в качестве фактора, повышающего эффективность использования кормовой добавки на основе живых штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в кормлении высокопродуктивных коров, которая выразилась в увеличении молочной продуктивности в энергетически скорректированном молоке (ЕСМ) на 4,9% и повышении показателя IOFC (выручка сверх стоимости корма) на 5,7%. **Ключевые слова:** дрожжи, амилаза, нейтрально-детергентная клетчатка, крахмал, летучие жирные кислоты, молочная продуктивность.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF α -AMYLASE AND LIVING YEAST IN FEEDING HIGH-YIELDING COWS

Podrez V.N., Karpenia M.M., Ukhov M.S., Karpenia S.L.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The feasibility of using exogenous enzyme α -amylase produced by *Bacillus licheniformis* in the amount of 0.5 mg/kg of dry matter of the diet as a factor increasing the efficiency of using a feed additive based on living strains of *Saccharomyces cerevisiae* yeast in the feeding of high-yielding cows has been proven. This resulted in an increased milk performance in energy-corrected milk (ECM) by 4.9% and an increase in the IOFC indicator (revenue in excess of feed cost) by 5.7%. **Keywords:** yeast, amylase, neutral detergent fiber, starch, volatile fatty acids, milk productivity.*

Введение. Особенности пищеварения у жвачных животных, в частности у крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, обуславливают приоритетность переваривания клетчатки, так как основной полезный признак коровы и экономическая эффективность производства молока заключается в способности коровы переваривать относительно дешевые, богатые клетчаткой травянистые корма, синтезируя при этом молоко. Основная роль в переваривании клетчатки в желудочно-кишечном тракте коровы отводится бактериальной микрофлоре рубца. Именно структурный состав рубцовой микрофлоры определяет эффективность переваривания клетчатки. По этой причине основой кормовых стратегий молочного скота является формирование, за счет кормовых компонентов рациона, необходимого пула рубцовой микрофлоры, для максимизации разложения клетчатки в рубце [1, 2].

Ферменты, такие как целлюлаза, широко используются в кормлении моногастричных животных, однако в испытаниях на крупном рогатом скоте не показали свою эффективность. Наиболее распространенной кормовой добавкой для повышения переваримости клетчатки у коров являются дрожжи, а точнее специализированные штаммы *Saccharomyces cerevisiae*. Однако эффект от применения дрожжей снижается в рационах с высоким уровнем крахмала и низким уровнем содержания нейтрально-детергентной клетчатки [2, 3]. Крахмал и нейтрально-детергентная клетчатка являются основными углеводами рациона молочных коров, обеспечивая первичную энергию для микроорганизмов рубца. Ферментация крахмала и нейтрально-детергентной клетчатки в рубце всегда имела ключевое значение в рационе молочных коров для получения высоких производственных показателей. Для улучшения активности по распаду крахмала и целлюлозы в рубце необходимо хорошо понимать амилолитические и целлюлозолитические микроорганизмы и связанные с ними ферменты [4, 5].

Летучие жирные кислоты могут обеспечивать до 70% необходимой энергии для крупного рогатого скота. Целлюлозолитические и амилолитические бактерии являются основными продуцентами летучих жирных кислот в рубце. Вид и концентрация летучих жирных кислот в организме животного влияют на эффективность удовлетворения его метаболических потребностей в энергии. Состав образующихся летучих жирных кислот находится в зависимости от типа углеводов, подвергающихся бактериальной ферментации. На сам процесс ферментации оказывают влияние такие параметры, как уровень pH, содержание грубых кормов в рационе, концентрация расщепляемого в рубце протеина, количество разлагаемого органического вещества [4, 6, 7, 8, 9].

Согласно данным опубликованных исследований, ввод дрожжей в рацион дойных коров увеличивает pH в рубце и концентрацию летучих жирных кислот, а также снижает в нем концентрацию молочной кислоты. Также было установлено увеличение потребления сухого вещества, однако в некоторых исследованиях отмечалось его снижение. Увеличение концентрации летучих жирных кислот в рубце при вводе в рацион дрожжей указывает на повышение переваримости нейтрально-детергентной клетчатки, что на прямую является следствием роста популяции целлюлозолитических бактерий в рубце. Также отмечалось повышение усвояемости органического вещества рациона с высоким содержанием НДК при вводе дрожжей [1, 9]. Эффект снижения концентрации молочной кислоты в рубце, как правило, понижается при повышении уровня потребляемого сухого вещества и процентного содержания крахмала в рационе. Также при скармливании лактирующим коровам живых дрожжей в рационах с разным уровнем крахмала отмечалось снижение ЕСМ (молоко, скорректированное по энергии) на килограмм потребленного сухого вещества в рационах с высоким уровнем крахмала [10]. Некоторые исследования зафиксировали значительное увеличение удоя при вводе в рацион дойным коровам кормовых добавок на основе живых штаммов дрожжей, другие же обнаружили лишь тенденцию к улучшению показателей или не показали значительных изменений [1, 4, 10].

Высокие темпы селекции молочного скота постоянно требуют увеличения концентрации сухого вещества рациона по энергии, что повышает увеличение доли именно кукурузного крахмала в рационах для высокопродуктивных животных. Следовательно, полезный эффект применения дрожжей будет снижаться. При этом учитывая важность влияния дрожжей на продуктивность и здо-

ровые лактирующих коров, необходимо предложить способ сохранения эффективности живых дрожжевых культур в кормлении крупного рогатого скота.

Альфа-амилаза гидролизует крахмал в рубце до смешанных олигосахаридов, которые обычно ферментируются до летучих жирных кислот микрофлорой рубца. Хорошо известно, что для полного гидролиза крахмала требуется активность амилазы, мальтазы и изомальтазы или амилоглюкозидазы. Согласно опубликованным исследованиям, определенные виды целлюлозолитических бактерий могут ферментировать олигосахариды, получаемые в рубце в результате воздействия амилаз на крахмал. К примеру, определенные штаммы *Ruminococcus flavefaciens* способны ферментировать мальтозу до ЛЖК [5,11]. Следовательно, *Ruminococcus flavefaciens* продуцирует мальтазу, гидролизуя мальтозу до глюкозы с последующей ее ферментацией до уксусной кислоты. Основным местом переваривания крахмала у крупного рогатого скота является рубец, но скорость и полнота переваривания может значительно различаться в зависимости от источника крахмала, даже при одинаковых уровнях общей усвояемости в желудочно-кишечном тракте. В рубце крахмал разлагается в различных количествах, от 60% для кукурузы и сорго до 85% для овса и до 90% для ржи, пшеницы и ячменя. Крахмал, перевариваемый в рубце, используется примерно на 70% эффективнее, чем крахмал, перевариваемый в тонком кишечнике [12, 13]. Однако некоторые литературные данные свидетельствуют о том, что переваривание крахмала в пострубцовом пищеварении может быть ограничено, возможно, из-за недостаточной секреции амилазы поджелудочной железой [14]. Применение альфа-амилазы перемещает место переваривания крахмала у крупного рогатого скота в рубец. Особенно это актуально для рационов с высокой долей кукурузного крахмала по причине его изначально низкой переваримости в рубце. При высоком содержании крахмала в сухом веществе рациона в присутствии экзогенных ферментов происходит более быстрое высвобождение олигосахаридов в рубце, которое может стимулировать адгезию и размножение микроорганизмов рубца, относящихся к амилитической и целлюлозолитической микрофлоре. Такая стимуляция целлюлозолитических микроорганизмов может улучшить переваривание в рубце нейтральной детергентной клетчатки. Также быстрое высвобождение олигосахаридов из кукурузного крахмала в рубце будет обеспечивать ускоренный рост дрожжей, так как дрожжи могут использовать в качестве источника энергии сахарозу, мальтозу и глюкозу [15].

Материалы и методы исследований. С целью постановки поискового опыта периодическим методом нами была выбрана племенная ферма ООО «БелИнтерГен» Узденского района в Минской области. На данной ферме коровы содержатся беспривязно. Численность поголовья молочных коров составляет 430 голов. Молочная продуктивность дойного стада находится на уровне 11 316 кг. Дойное стадо представлено коровами голштинской породы преимущественно канадской селекции. Доеение осуществляется на доильной установке «GEAWestfalia» типа «sidebyside» 2x20. Доеение двукратное, животные содержатся в групповых секциях, основной критерий распределения по группам содержания – физиологическое состояние.

Кормление лактирующих коров осуществляется по принципу «одного рациона», т.е. состав сухого вещества для всех групп животных одинаков, групповые отличия заключаются в количестве получаемого сухого вещества. Питательность рациона лактирующих коров приведена в таблице 1. Оценка питательности рациона производилась анализатором кормов «AgriNIR». Равномерность смешивания полнорационной кормосмеси осуществлялась посредством специальных сит «PSPS». Количество раздаваемой кормосмеси измерялось штатным весовым оборудованием прицепного кормораздатчика.

Таблица 1 – Показатели питательности рациона

| Показатели | Значения |
|--------------------------------------|----------|
| Сухое вещество, % | 46,6 |
| Грубые корма, % от СВ | 50 |
| ЧЭЛ, мкал/кг | 1,6 |
| Сырой протеин, % | 16,3 |
| Крахмал, %СВ | 27,6 |
| Крахмал кукурузы, % от общ. крахмала | 84,5 |
| НДК, % СВ | 35,7 |

Для дойного стада на постоянной основе в составе витаминно-минерального премикса применяются живые дрожжи *S. cerevisiae* (штамм M207177) в дозировке 20 г/гол. Дополнительно для опыта через премикс в состав комбикорма для лактирующих коров была введена α -амилаза, продуцент – *Bacillus licheniformis* из расчета 0,5 г на кг потребляемого сухого вещества (ПСВ) и снижена дозировка дрожжей до 12 г/гол. Опыт проводился в 4 этапа. Общая продолжительность опыта составила 85 дней. Схема опыта приведена в таблице 2. Кормовую добавку с амилазной активностью

получали все лактирующие животные. Данные по молочной продуктивности собирались и оценивались только по коровам старше 50 дней в лактации на момент начала опыта.

Таблица 2 – Схема опыта

| Предварительный период | Первый опытный период (реструктуризация рубцовой микрофлоры) | Второй опытный период | Третий опытный период |
|------------------------|--|--|-----------------------|
| 15 дней | 10 дней | 30 дней | 25 дней |
| Основной рацион | Основной рацион + α -амилаза 0,5 г/кг ПСВ | Основной рацион + α -амилаза 0,5 г/кг ПСВ | Основной рацион |

В данном опыте изучалась динамика молочной продуктивности под влиянием ввода амилазы в рацион. Качественные показатели молока, такие как массовая доля жира, белка, лактозы оценивались по групповой пробе ежедневно штатным анализатором молока «ЕКОМILK» в молочной лаборатории комплекса, удой учитывался автоматическими измерительными приборами доильной установки. Данные о молочной продуктивности генерировались программой «DairyPlan», обработка результатов производилась посредством ПО «EXCEL». Средние значения ежедневного удоя определялись как «Energy corrected milk» (ECM) через уравнение «содержание энергии в молоке», предложенное NASEM (2021 г.):

$$NE_L \text{Mcal/kg} = 9.29 \times \text{kgF/kgM} + 5.5 \times \text{kgCP/kgM} + 3.95 \times \text{kgL/kgM} \quad (1)$$

Дополнительно, для определения динамики молочной продуктивности внутри физиологических групп, была оценена молочная продуктивность в разрезе дней в доении.

Результаты исследований. Согласно полученным результатам, средний удой за предварительный период составил $34,6 \pm 0,43$ кг/сут. Как можно видеть на рисунке 1, в течение предварительного периода не отмечалось существенных колебаний уровня молочной продуктивности коров. Первый опытный период также не показал значительных изменений в динамике молочной продуктивности коров, так как на этом этапе происходила реструктуризация микрофлоры под влиянием экзогенной амилазы. Средний удой за данный период составил $34,7 \pm 0,58$ кг/сут. Согласно данным Sara R. (Sara R. и др., 2022), основная адаптация микрофлоры к смене рациона происходит в течение 6 дней. Основываясь на данной информации, нами был принят 10-дневный срок для адаптации микрофлоры как достаточный.

В ходе второго опытного периода отмечался значительный рост молочной продуктивности коров. В среднем за второй период рост среднесуточного удоя составил $1,7$ кг $ESMP < 0,05$. Следует отметить, что рост суточного удоя отличался по физиологическим группам. Как и ожидалось, максимальный рост молочной продуктивности был зарегистрирован у коров с 50 до 150 дней в лактации, который составил $36,5$ кг/сут., $P < 0,05$.

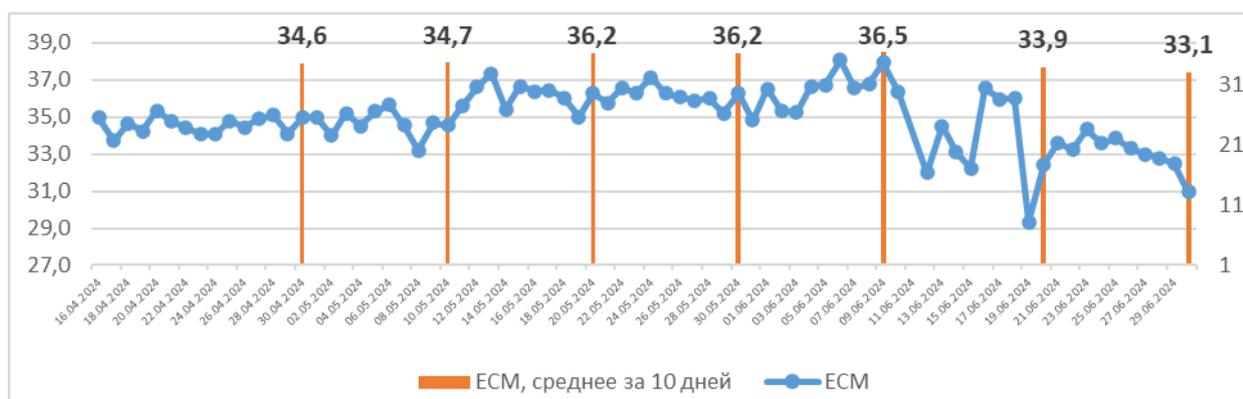


Рисунок 1 – Динамика молочной продуктивности, кг

В ходе опыта не было отмечено значимых изменений в структуре и питательности кормосмеси. Колебания содержания сухого вещества в кормосмеси не превышали ± 1 п.п. Средний размер частиц кормосмеси варьировал в пределах 3-5%, как показано в таблице 3.

Таблица 3 – Структура общесмешанного рациона

| Сито | Предварительный период | Первый опытный период | Второй опытный период | Третий опытный период |
|---------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 19 мм, % | 11 | 12 | 10 | 5 |
| 8 мм, % | 40 | 38 | 41 | 50 |
| 4 мм, % | 14 | 13 | 13 | 9 |
| Поддон, % | 35 | 38 | 36 | 35 |
| Средний размер частиц, см | 0,64 | 0,62 | 0,63 | 0,63 |

Динамика молочной продуктивности по физиологическим группам приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Среднесуточный надой по физиологическим группам

| Группа | Голов, n | Среднесуточный удой в подготовительном периоде, кг/сут | Среднесуточный удой во II основном периоде, кг/сут | Разница ± кг |
|-----------------------|----------|--|--|--------------|
| 50-150 дней в доении | 95 | 36,7 | 40,0 | 3,3 (P<0,05) |
| 150-200 дней в доении | 62 | 39,7 | 40,6 | 1,0 (P>0,05) |
| 200-300 дней в доении | 114 | 33,2 | 35,5 | 2,2(P>0,001) |
| 300+ дней в доении | 87 | 28,5 | 29,7 | 1,3(P>0,05) |

Исходя из данных, приведенных в таблице 4, дополнительный ввод α -амилазы в рацион коров положительно сказался на росте молочной продуктивности всех физиологических групп, что свидетельствует об эффективности применения комбинации дрожжей и амилазы на всех этапах лактации. После отмены ввода амилазы в рацион коров в третьем опытном периоде отмечено резкое снижение молочной продуктивности, за первые 10 дней средний удой снизился на 2,6 кг/сут. ЕСМ.

Вероятнее всего, учитывая чувствительность микробиоты рубца к изменениям субстрата, резкое снижение дополнительного объема определенных олигосахаридов, получаемых под воздействием экзогенной амилазы, и, возможно, скачкообразный рост *S. bovis* с продуцированием молочной кислоты, вызвало депрессию популяций целлюлозолитических бактерий. Об этом косвенно свидетельствует скачкообразный характер кривой на рисунке 1 в первую декаду третьего опытного периода. Общее снижение молочной продуктивности за третий опытный период, согласно данным таблицы 5, составило 3,3 ЕСМ кг/сут.

Таблица 5 – Динамика молочной продуктивности

| Период опыта | Голов, n | Среднесуточный удой в подготовительном периоде ЕСМ, кг/сут | Разница ± кг |
|---------------------------|----------|--|--------------|
| Предварительный период | 360 | 34,6 | |
| Первый опытный период | 360 | 34,7 | 0,1 (P>0,05) |
| Второй опытный период | 360 | 36,3 | 1,6(P<0,001) |
| Третий контрольный период | 290 | 33,3 | -3,3(P>0,01) |

Так как в ходе опыта оценивалась молочная продуктивность всех лактирующих коров старше 50 дней на момент начала опыта, уменьшение поголовья в третьем контрольном периоде было связано с переводом части голов в сухостойный период. Однако, учитывая, что согласно данным по динамике молочной продуктивности коров по физиологическим группам, увеличение молочной продуктивности отмечалось во всех группах, данное изменение не могло повлиять на результат исследования.

Учитывая полученные положительные результаты от применения комбинации дрожжи+фермент, нами был рассчитан экономический эффект от применения изучаемой кормовой

добавки по показателю IOFC (доход сверх стоимости кормов) [15]. Стоимость 25 кг СВ рациона в предварительном периоде составляла 17,59 руб. При вводе дополнительного компонента стоимость 25 кг СВ возросла на 0,58 руб. на голову и составила 18,17 руб. Ежедневная выручка от реализованного молока на голову за предварительный период составляла 53,28 рубля. Ежедневная выручка от реализованного молока на голову за второй опытный период составила 55,90 рублей. Доход сверх стоимости корма рассчитывается по формуле:

$$\text{IOFC} = \text{MC} - \text{FC}, \quad (2)$$

где MC – выручка от реализованного молока,
FC – стоимость корма.

Для коров во втором опытном периоде IOFC составил $55,9 - 18,17 = 37,73$ руб./гол.

Для коров в предварительном периоде IOFC составил $53,28 - 17,59 = 35,69$ руб./гол.

Следовательно, выручка сверх стоимости корма от каждой коровы при применении комбинации дрожжей и амилазы повысилась на 2,04 руб. относительно рациона с живыми дрожжами без добавления фермента.

Заключение. Ввод фермента α -амилазы в комплексе с живым штаммом *S. cerevisiae* (штамм M207177) в рацион лактирующих коров с высоким содержанием кукурузного крахмала дает лучший эффект в повышении молочной продуктивности, чем применение дрожжей как монокомпонента. При применении комбинации фермента и дрожжей можно ожидать повышение молочной продуктивности на всех этапах лактации. Максимальный результат роста молочной продуктивности наблюдался в первой трети лактации. Полученные данные по росту выручки сверх стоимости корма подтверждают целесообразность использования фермента α -амилазы для повышения эффективности применения живых штаммов дрожжей в рационах дойных коров с высоким уровнем кукурузного крахмала.

Conclusion. The introduction of the α -amylase enzyme in combination with a living strain of *S. cerevisiae*. (strain M207177) into the diet of lactating cows with a high content of cornstarch gives a better effect for increasing milk productivity than the use of yeast as a single component. When using a combination of the enzyme and yeast, one can expect an increase in milk performance at all stages of lactation. The maximum result of milk performance growth was observed in the first third of lactation. The obtained data on the growth of revenue over the cost of feed confirm the feasibility of using the α -amylase enzyme to increase the efficiency of using live yeast strains in diets of dairy cows with a high level of cornstarch.

Список литературы.

1. Hackmann, T. J. *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press, Hackmann TJ and Firkins JL. (2015) Maximizing efficiency of rumen microbial protein production / T. J. Hackmann, J. L. Firkins // Microbiol. – 6:465. – doi: 10.3389/fmicb.2015.00465*
2. Kung, L. *Effects of a Live Yeast Culture and Enzymes on In Vitro Ruminant Fermentation and Milk Production of Dairy Cows / L. Kung // Journal of Dairy Science. – October 1997-10. – Vol. 80. – P. 2045–2051.*
3. Desnoyers, M. *Meta-analysis of the influence of Saccharomyces cerevisiae supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants / M. Desnoyers // Journal of Dairy Science. – May 2009-10. – Vol. 92 – P. 1620–1632.*
4. Ryle, M. *Energy nutrition in ruminants / M. Ryle // LSEVIER SCIENCE PUBLISHERS. – 1990 – Vol. 157 – P. 19–22.*
5. Bergman, E. N. *Energy contributions of Volatile Fatty Acids from the Gastrointestinal Tract in Various Species / E. N. Bergman // Physiological Reviews. – April 1990. – Vol. 70. – P. 567–590.*
6. Hagg, F. M. *The effect of a direct fed microbial (Megasphaera elsdenii) on the productivity and health of Holstein cows / F. M. Hagg // South African Journal of Animal Science. – 2010. – Vol. 40. – P. 101–112.*
7. *Fiber digestion, VFA production, and microbial population changes during in vitro ruminal fermentations of mixed rations by monensin-adapted and un adapted microbes // Animal Feed Science and Technology. – 2011. – Vol. 169. – P. 68–78.*
8. Hua, D. *Starch and Cellulose Degradation in the Rumen and Applications of Metagenomics on Ruminant Microorganisms / D. Hua // Animals. – 2022. – Vol. 12. – P. 1–13.*
9. Dias, A. L. G. *Effects of supplementing yeast culture to diets differing in starch content on performance and feeding behavior of dairy cows / A. L. G. Dias // J. Dairy Sci. – Vol. 101. – P. 186–200.*
10. *Scientific Opinion on the efficacy of Ronozyme® Rumistar (alpha-amylase) as a feed additive for dairy cows / "Efsa Panel On Additives And Products Or Substances Used in Animal Feed Feedap" // EFSA Journal. – 2013. – Vol. 11. – P. 1–7.*
11. Owens, F. *The Effect of Grain Source and Grain Processing on Performance of Feedlot Cattle: A Review / F. Owens // Journal of Animal Science. – 1997. – Vol. 75. – P. 868–879.*

12. Owens, F. Limits to Starch Digestion in the Ruminant Small Intestine / F. Owens // *Journal of Animal Science*. – 1986. – Vol. 63 – P.1634–1648.

13. Harmon. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle / Harmon // *Journal of Animal Science*. – 2006. – Vol. 84. – P. E14–E24.

14. Влияние сахарозы и мальтозы на размножение дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / О. И. Пономарева, Е. В. Борисова, С. Ю. Пименова, В. А. Иванова // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2016. – №1. – С. 215–220.

15. Buza, M. H. Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield / M. H. Buza // *Journal of Dairy Science*. – 2014-5. – Vol. 97. – P. 3073–3080.

References.

1. Hackmann, T. J. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2021. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press, Hackmann TJ and Firkins JL (2015) Maximizing efficiency of rumen microbial protein production / T. J. Hackmann, J. L. Firkins // *Microbiol.* – 6:465. – doi: 10.3389/fmicb.2015.00465

2. Kung, L. Effects of a Live Yeast Culture and Enzymes on In Vitro Ruminant Fermentation and Milk Production of Dairy Cows / L. Kung // *Journal of Dairy Science*. – October 1997-10. – Vol. 80. – P. 2045–2051.

3. Desnoyers, M. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants / M. Desnoyers // *Journal of Dairy Science*. – May 2009-10. – Vol. 92 – P. 1620–1632.

4. Ryle, M. Energy nutrition in ruminants / M. Ryle // *LSEVIER SCIENCE PUBLISHERS*. – 1990 – Vol. 157 – P. 19–22.

5. Bergman, E. N. Energy contributions of Volatile Fatty Acids from the Gastrointestinal Tract in Various Species / E. N. Bergman // *Physiological Reviews*. – April 1990. – Vol. 70. – P. 567–590.

6. Hagg, F. M. The effect of a direct fed microbial (*Megasphaera elsdenii*) on the productivity and health of Holstein cows / F. M. Hagg // *South African Journal of Animal Science*. – 2010. – Vol. 40. – P. 101–112.

7. Fiber digestion, VFA production, and microbial population changes during in vitro ruminal fermentations of mixed rations by monensin-adapted and un adapted microbes // *Animal Feed Science and Technology*. – 2011. – Vol. 169. – P. 68–78.

8. Hua, D. Starch and Cellulose Degradation in the Rumen and Applications of Metagenomics on Ruminant Microorganisms / D. Hua // *Animals*. – 2022. – Vol. 12. – P. 1–13.

9. Dias, A. L. G. Effects of supplementing yeast culture to diets differing in starch content on performance and feeding behavior of dairy cows / A. L. G. Dias // *J. Dairy Sci.* – Vol.101. – P.186–200.

10. Scientific Opinion on the efficacy of Ronozyme® Rumistar (alpha-amylase) as a feed additive for dairy cows / "Efsa Panel On Additives And Products Or Substances Used in Animal Feed Feedap" // *EFSA Journal*. – 2013. – Vol. 11. – P.1–7.

11. Owens, F. The Effect of Grain Source and Grain Processing on Performance of Feedlot Cattle: A Review / F. Owens // *Journal of Animal Science*. – 1997. – Vol. 75. – P. 868–879.

12. Owens, F. Limits to Starch Digestion in the Ruminant Small Intestine / F. Owens // *Journal of Animal Science*. – 1986. – Vol. 63 – P.1634–1648.

13. Harmon. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle / Harmon // *Journal of Animal Science*. – 2006. – Vol. 84. – P. E14–E24.

14. Vliyanie saharozy i mal'tozy na razmnozhenie drozhzhej *Saccharomyces cerevisiae* / O. I. Ponomareva, E. V. Borisova, S. YU. Pimenova, V. A. Ivanova // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta in-zhenernyh tekhnologij*. – 2016. – №1. – С. 215–220.

15. Buza, M. H. Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield / M. H. Buza // *Journal of Dairy Science*. – 2014-5. – Vol. 97. – P. 3073–3080.

Поступила в редакцию 18.02.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-74-78
УДК 591.477.36:636.2.034

МОРФОКОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ГОЛШТИНИЗИРОВАННОЙ ПОРОДЫ

Слесаренко Н.А. ORCID ID 0000-0002-8350-5965, Хрусталеv Е.Н. ORCID ID 0000-0001-9853-5270
ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация

*На основании комплексных зооветеринарных, анатомических, макроморфометрических, сонографических, вискозиметрических исследований представлено научное обоснование к оценке молочной продуктивности коров черно-пестрой голштиinizированной породы. Установлены морфокоnституциональные критерии оценки продуктивных качеств животных. Разработан алгоритм оценки состояния молочной железы у коров черно-пестрой голштиinizированной породы, который является базовым в вопросах прогнозирования молочной продуктивности животных. **Ключевые слова:** коровы, голштиины, ветеринария, сонография, молоко, вискозиметрия.*

MORPHOCONSTITUTIONAL CRITERIA FOR ASSESSING MILK PERFORMANCE IN CATTLE OF THE BLACK-AND-WHITE HOLSTEINIZED BREED

Slesarenko N.A., Khrustalev E.N.
Moscow State Academy Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA named after K.I. Skryabin, Moscow, Russian Federation

*On the basis of complex zooveterinary, anatomical, macromorphometric, sonographic, viscometric studies, a scientific justification for assessing the milk performance in cows of the black-and-white holsteinized breed is presented. Morphoconstitutional criteria for assessing the productive qualities of animals have been determined. An algorithm for assessing the state of the mammary gland in cows of the black-and-white holsteinized breed has been developed, which is basic for prognosis of milk performance in animals. **Keywords:** Holstein cows, veterinary medicine, sonography, milk, viscosimetry.*

Введение. Повышение продуктивных качеств высокомолочного крупного рогатого скота остается одной из актуальных проблем в области промышленного скотоводства. Особую значимость она приобретает в настоящее время в связи с совершенствованием селекционно-племенной работы в области молочного скотоводства в рамках реализации программы импортозамещения и решения ключевой задачи обеспечения аграрного суверенитета. На первый план выступают целенаправленные научно-практические исследования по оценке и отбору животных по показателям экстерьера и типа конституции [1].

Современные методы генетики, биотехнологии и другие точные биологические науки получили мощное развитие, однако на их фоне снизился уровень анализа конституциональных качеств во всех отраслях животноводства [6].

В доступной литературе имеются многочисленные сведения, посвященные изучению экстерьерных и конституциональных признаков животных для отбора высокопродуктивных, выносливых коров молочного направления [2, 3]. Особый интерес представляют данные Л.А. Танана, Н.Н. Климова, С.И. Коршун, Е.Я. Лебедевко, С.А. Козлова, 2014, выделившие хозяйственно полезные качества сельскохозяйственных животных различных видов в зависимости от типа конституции. Авторы классифицировали соматотип крупного рогатого скота в зависимости от продуктивных качеств животных.

Вместе с тем анализ литературы показал фрагментарность полученных авторами данных, касающихся выявления анатомо-зоотехнических показателей крупного рогатого скота, определяющих его высокую молочную продуктивность.

Цель исследований. Выявить морфокоnституциональные критерии оценки молочной продуктивности крупного рогатого скота черно-пестрой голштиinizированной породы.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены на базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора Алексея Филиповича Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина и племязавода «Повадино» Московской области. Для проведения исследования из общего поголовья (n=1200) животных было отобрано 100 особей по принципу аналогов (порода, возраст, лактация), формирующую экспериментальную группу, которая была подвергнута комплексному зооветеринарному и морфологическому исследованию [4, 5]. Использовали методы общего и тонкого анатомического препарирования с последующим анализом, морфометрией изучаемых структур, а также изготовления замороженных распиллов железы по Н.И. Пирогову. Диагноз подтверждали на основании ультразвукографического сканирования молочной железы с использованием ультразвукового аппарата «Vetus 8» фирмы «Mindray», с микроконвексным и линейным дат-

чиками, диапазоном волн 4,7–12,8 Гц, цитоморфологического исследования проб молока (с помощью вискозиметрического анализатора «Соматос-Мини»). Обработку полученных цифровых данных проводили общепринятым методом с использованием программы «Microsoft Excel».

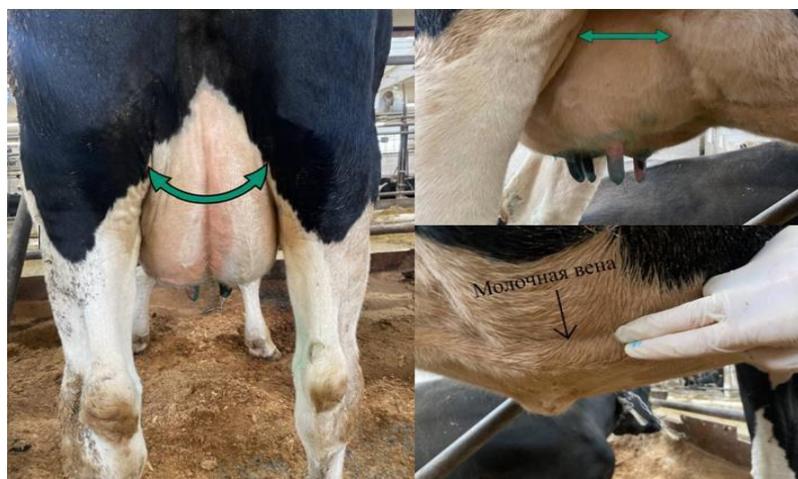
Результаты исследований. При анализе установленных нами экстерьерных и конституциональных признаков животных экспериментальной группы (n=100) установлено, что 75% составили особи, имеющие нежный тип конституции, 20% – ее плотный тип и 5% – рыхлый тип. Исходя из полученных данных, можно полагать, что селекционно-племенная работа в исследуемом регионе была направлена на разведение животных с нежным типом конституции, который характеризуется узкотелостью, сухостью форм телосложения, слаборазвитым скелетом, усилением его костно-мышечного рельефа. По данным классической литературы (Н.П. Кулешов, М.Ф. Иванов, 1947 г.), этот тип характеризуется высокими показателями молочной продуктивности.

По результатам морфометрии каудальных долей вымени у экспериментальной группы животных (n=100) и проведенной статистической обработки, нами установлено, что у особей без визуальных признаков асимметрии показатели ширины правой и левой каудальных долей равнозначны, в то время как у животных с асимметрией левая каудальная доля по степени развития достоверно опережает правую (рисунок 1).



Рисунок 1 – Соотносительное развитие каудальных долей молочной железы у животных экспериментальной группы, %

При оценке макроморфологических признаков состояния молочной железы экспериментальной группы животных (n=100) выявлено, что у животных без выраженной асимметрии в развитии каудальных долей объемистое и глубокое вымя чашеобразной формы, плотно прикрепляется к вентральной брюшной стенке, широко распространяясь кранио- каудально (рисунок 2).



Методика определения обхвата вымени (показана стрелкой)

Рисунок 2 – Макроскопическая картина вымени у коровы без признаков асимметрии в развитии каудальных долей молочной железы

У коров с левосторонней асимметрией каудальных долей молочной железы ее макроморфологическая картина претерпевает существенные изменения. Они выражаются в достоверном увеличении объема вымени (таблица 1), неравномерном развитии долей с гипертрофией задних, что обуславливает вентральное провисание железы и ослабление ее фиксационного аппарата. Анатомически это находит подтверждение в формировании желоба в месте прикрепления основания железы к вентральной брюшной стенке и свидетельствует о снижении фиксационных возможностей органа (рисунок 3).



А – неравномерное развитие (асимметрия) долей, Б – формирование желоба в области прикрепления вымени к вентральной брюшной стенке (показано стрелкой)

Рисунок 3 – Анатомическая картина вымени у животного с левосторонней асимметрией развития каудальных долей молочной железы

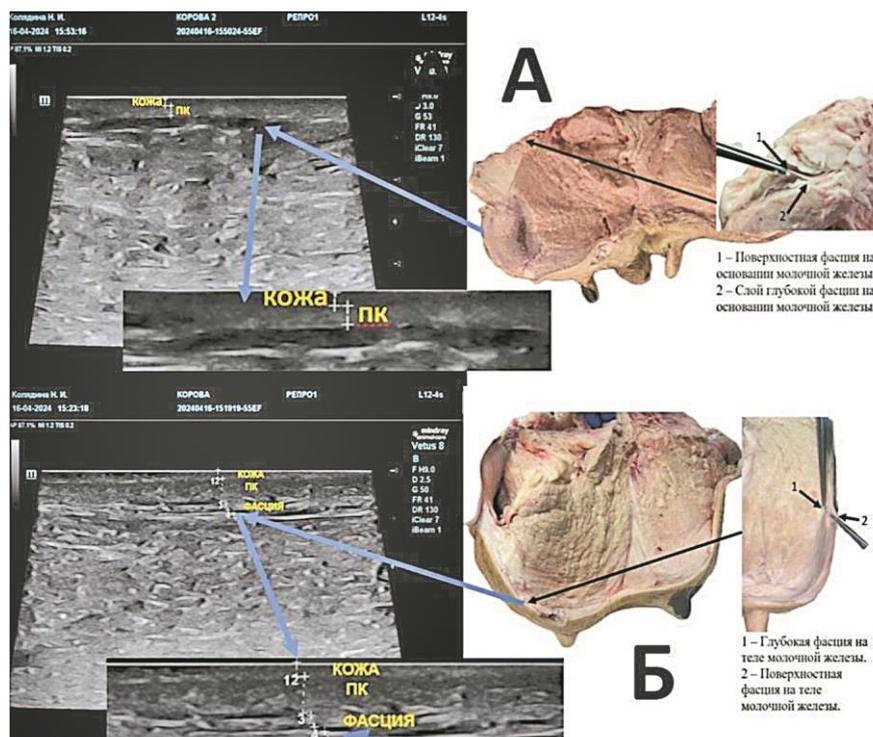
Таблица 1 – Макроморфометрические показатели вымени, см, $\bar{x} \pm S\bar{x}$

| Экспериментальная группа животных | Обхват вымени | Ширина молочного зеркала | Длина соска передней левой доли | Длина соска передней правой доли | Длина соска задней левой доли | Длина соска задней правой доли | Расстояние от дна вымени до земли |
|-----------------------------------|---------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Коровы с маститом (n=80) | 12,7±2,9 | 21,2±1,2 | 5,3±0,5 | 5,1±0,5 | 4,3±0,3 | 4,6±0,6 | 54,4±2,1 |
| Коровы клинически здоровые (n=20) | 102,0±2,6* | 24,6±4,2 | 5,1±0,1 | 5,4±0,2 | 4,2±0,3 | 4,1±0,3 | 58,4±2,6 |

Примечание. *Обхват вымени: различия между сравниваемыми величинами достоверны ($p=0.025167$).

При изучении топографоанатомических замороженных распилов железы у коров с отсутствием признака визуальной асимметрии и каудальных долей молочной железы установлено хорошее развитие глубокой фасции вымени, которая покрывает все его анатомические части, обеспечивая тем самым надежные биомеханические свойства поддерживающего аппарата. У коров с асимметрией каудальных долей обнаружено истончение глубокой фасции вплоть до ее локального отсутствия, что может снижать биомеханические потенции органа и инициировать его глубокое провисание. Результаты топографоанатомического исследования железы хорошо ассоциируются с данными сонографической картины ее мягкотканного комплекса (рисунок 4).

При сравнительном анализе цитоморфологической картины проб молока у животных с левосторонней асимметрией развития каудальных долей вымени выявлено с высокой вероятностью достоверности различий увеличение, по сравнению с особями без асимметрии, количества соматических клеток, что является объективным диагностическим критерием субклинического мастита (таблица 2).



А – коровы с левосторонней асимметрией каудальных долей вымени,
 Б – коровы без признака асимметрии каудальных долей вымени

Рисунок 4 – Ультрасонографические и топографоанатомические параллели мягкотканного комплекса молочной железы у коров экспериментальной группы

Таблица 2 – Результаты лабораторных исследований проб молока

| Группа | Среднее значение | Норма, количество соматических клеток не более 7,5 x10 ⁵ Результат |
|---|----------------------|--|
| (особи с левосторонней асимметрией каудальных долей) n=80 | 8,05x10 ⁵ | мастит |
| (особи без асимметрии каудальных долей) n=20 | 7,3x10 ⁵ | норма |

Примечание. *Различия между сравниваемыми группами достоверны ($p \leq 0,05$).

Заключение. У коров черно-пестрой голштинизированной породы установлена взаимосвязь между типом конституции, структурным состоянием молочной железы и молочной продуктивностью животных. Макроморфологические признаки снижения продуктивности коров выражаются в доминировании нежного типа конституции, выражающегося в приобретении животными признаков узкотелости, в сочетании с увеличением показателя обхвата железы, ее левосторонней асимметрии и ослаблении развития ее поддерживающего аппарата. У 75% коров с левосторонней асимметрией каудальных долей молочной железы выявлены морфофункциональные предпосылки риска возникновения субклинического мастита, которые проявляются в истончении (вплоть до локального отсутствия) глубокой фасции вымени, что предрасполагает к развитию патологии, которая подтвердилась результатом прижизненного УЗ-сканирования и цитоморфологической картиной проб молока. Разработанный алгоритм оценки состояния молочной железы целесообразно использовать в клинической практике при диагностике субклинического мастита.

Conclusion. In cows of the black-and-white Holsteinized breed, a relationship has been established between the type of constitution, the structural state of the mammary gland and the milk performance of animals. Macromorphological signs of a decrease in cow's productivity are expressed in the dominance of a delicate type of constitution, expressed in the acquisition of narrow-body characteristics by animals, in combination with an increase in the girth of the gland, its left-sided asymmetry and weakening of the development of its supporting apparatus. In 75% of cows with left-sided asymmetry of the caudal lobes of the mammary gland, morphofunctional prerequisites for the risk of subclinical mastitis were revealed, which are manifested in thinning (up to local absence) of the deep fascia of the udder, this predisposes the development of pathology, which was confirmed by the result of life-time ultrasound scanning and the cyto-

morphological picture of milk samples. The developed algorithm for assessing the state of the mammary gland is advisable to use in clinical practice when diagnosing subclinical mastitis.

Список литературы.

1. Донник, И. М. Система отбора коров черно-пестрой породы при интенсивной технологии производства молока / И. М. Донник, О. С. Чеченихина // От импортозамещения к экспортному потенциалу : научное обеспечение инновационного развития животноводства и биотехнологий, Екатеринбург, 25–26 февраля 2021 года. — Екатеринбург : Уральский государственный аграрный университет, 2021. — С. 166–168.
2. Мазуров, В. Н. Реализация продуктивного потенциала коров-первотелок голштинской породы / В. Н. Мазуров, З. С. Санова, Н. Е. Джумаева // Современная аграрная наука как фактор повышения эффективности сельскохозяйственного производства региона : сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием. — Калуга, 2018. — С. 166–169.
3. Матющенко, П. Роль молочной железы в продуктивном долголетии коров / П. Матющенко // Животноводство России. — 2005. — № 6. — С. 36–37.
4. Слесаренко, Н. А. Анатомио-клиническое обоснование риска возникновения мастопатий у крупного рогатого скота / Н. А. Слесаренко, Е. Н. Хрусталева, Е. О. Широкова // Ветеринария и кормление. — 2024. — № 3. — С. 109–112.—DOI10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-3-21.
5. Слесаренко, Н. А. Конституциональные признаки как фактор риска развития мастита у крупного рогатого скота / Н. А. Слесаренко, Е. Н. Хрусталева // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : сборник трудов 2-й научно-практической конференции, Москва, 23 июня 2023 года. — Москва : Сельскохозяйственные технологии, 2023. — С. 58–59.
6. Типы конституции сельскохозяйственных животных и их использование в селекционно-племенной и технологической работе / Л. А. Танана, Н. Н. Климов, С. И. Коршун [и др.]— 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — С. 83–110.

References.

1. Donnik, I. M. Sistema otbora korov cherno-pestroj porody pri intensivnoj tekhnologii proizvodstva moloka / I. M. Donnik, O. S. Chchenihina // Ot importozameshcheniya k eksportnomu potencialu : nauchnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya zhivotnovodstva i biotekhnologij, Ekaterinburg, 25–26 fevralya 2021 goda. — Ekaterinburg : Ural'skij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021. — S. 166–168.
2. Mazurov, V. N. Realizaciya produktivnogo potenciala korov-pervotelok golshtinskoj porody / V. N. Mazurov, Z. S. Sanova, N. E. Dzhumaeva // Sovremennaya agrarnaya nauka kak faktor povysheniya effektivnosti sel'skohozyajstvennogo proizvodstva regiona : sbornik nauchnyh trudov po materialam nauchno- prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. — Kaluga, 2018. — S. 166–169.
3. Matyushchenko, P. Rol' molochnoj zhelezy v produktivnom dolgoletii korov / P. Matyushchenko // ZHivotnovodstvo Rossii. — 2005. — № 6. — S. 36–37.
4. Slesarenko, N. A. Anatomo-klinicheskoe obosnovanie riska vozniknoveniya mastopatij u krupnogo rogatogo skota / N. A. Slesarenko, E. N. Hrustalev, E. O. SHirokova // Veterinariya i kormlenie. — 2024. — № 3. — S. 109–112.—DOI10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-3-21.
5. Slesarenko, N. A. Konstitucional'nye priznaki kak faktor riska razvitiya mastita u krupnogo rogatogo skota / N. A. Slesarenko, E. N. Hrustalev // Aktual'nye problemy veterinarnoj mediciny, zootekhnii, biotekhnologii i ekspertizy syr'ya i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya : sbornik trudov 2-j nauchno-prakticheskoj konferencii, Moskva, 23 iyunya 2023 goda. — Moskva : Sel'skohozyajstvennyye tekhnologii, 2023. — S. 58–59.
6. Tipy konstitucii sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i ih ispol'zovanie v selekcionno-plemennoj i tekhnologicheskoy rabote / L. A. Tanana, N. N. Klimov, S. I. Korshun [i dr.]— 2-e izd., ispr. — Sankt-Peterburg : Lan', 2022. — S. 83–110.

Поступила в редакцию 10.01.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-79-84
УДК 591.4:599.722

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ НОСОРОГА ШЕРСТИСТОГО

Микулич Е.Л. ORCID ID 0000-0003-3197-8805, Варзов Н.И., Лавор А.Л.

УО «Белорусская государственная орденов «Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени» сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь

*В статье представлены результаты изучения анатомического строения правой плечевой кости носорога шерстистого, обнаруженной в песчаном карьере Могилевской области. Также представлены результаты морфометрических исследований данной плечевой кости носорога, в том числе в сравнении с аналогичными морфометрическими параметрами плечевой кости лошади и КРС. Проведен сравнительный анализ полученных морфометрических данных исследуемой кости с уже известными и описанными в литературе аналогичными плечевыми костями носорога шерстистого, обнаруженными на различных территориях Евразии. Отражены основные места обнаружения останков носорога шерстистого на территории Беларуси. **Ключевые слова:** плечевая кость, шерстистый носорог, ископаемые животные, лошадь, КРС, морфометрия, анатомическое строение.*

MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE HUMERUS OF THE WOOLLY RHINOCEROS

Mikulich E.L., Varzov N.I., Lavor A.L.

Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus

*The article presents findings on the study of the anatomical structure of the right humerus of the woolly rhinoceros found in a sand quarry in the Mogilev region. It also presents the results of morphometric studies on the humerus of the rhinoceros found, including a comparison with the similar morphometric parameters in the humerus of horses and cattle. A comparative analysis was carried out for the morphometric data obtained on the humerus under investigation and the data already known and described in the literature concerning the similar bones of the woolly rhinoceros found in various territories of Eurasia. The main locations where fossils of the woolly rhinoceros have been discovered in the territory of Belarus are shown. **Keywords:** humerus, woolly rhinoceros, fossil animals, horse, cattle, morphometry, anatomical structure.*

Введение. Родиной шерстистого носорога являются северные и центральные районы Китая. Широкое распространение он получил в среднем и позднем плейстоцене (300-200 и 30-15 тысяч лет тому назад) в периоды материковых оледенений. В это время носорог быстро расселился по всей территории Северной Евразии и стал неизменным спутником мамонта. Приземистый, на коротких ногах, с большим загривком и длинной головой, носорог был покрыт плотной рыжевато-бурой шерстью. Длина туловища достигала 3,6 метра, а высота – 1,7 метра. На носу и лбу были развиты два рога. Передний рог был большим и достигал длины по кривизне до 1 метра при диаметре у основания – 25 см. Рога имели и самцы, и самки. Питались шерстистые носороги травой и ветками кустарников, для чего имели крупные зубы, покрытые твердым цементом. Носороги не образовывали стад, держались парами и предпочитали селиться в открытых ландшафтах с перелесками. Численность носорогов была низкой, т.к. они рожали одного детеныша раз в 3-5 лет. До 3-4 лет малыш находился с родителями [5, 6, 7].

Ископаемые останки носорога начали привлекать внимание академической науки в последней трети XVIII века. Значительный вклад в изучение шерстистого носорога внес знаменитый германско-российский натуралист и путешественник П.С. Паллас, который по результатам экспедиции 1768-1773 годов представил основательный труд с указаниями мест нахождения ископаемых останков носорога, описанием его черепа и двух рогов. Им было окончательно установлено, что находимые останки принадлежали именно носорогам, а не неким неизвестным животным. Древность шерстистого носорога была окончательно доказана благодаря усилиям российского академика Ф.Ф. Брандта, который по итогам многолетней работы около 1865 года установил, что ископаемый сибирский носорог был представителем мамонтовой фауны и существовал одновременно с пещерными людьми. Большая часть значительных находок относится к зоне вечной мерзлоты Сибири, вне которой найдены только два трупа носорогов (оба – на Западной Украине в районе села Старуня). Очень существенно расширить сведения об образе жизни и питании носорогов позволили новые находки нескольких особей, сделанные российскими учеными в 2007 году в бассейне Колымы. Также хорошо сохранившаяся туша молодого шерстистого носорога в возрасте 4-4,5 лет, проле-

жавшая в мерзлоте более 32 тысяч лет, была найдена в августе 2020 года у притока реки Тирехтях в Абыйском районе Якутии (рисунок 1). В совместной статье сотрудники лаборатории экологии, физиологии и функциональной морфологии высших позвоночных Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН вместе с коллегами из Якутии изучили особенности анатомии найденной мумии. На территории Челябинской области известно более 30 местонахождений останков шерстистого носорога, по большей части – в карстовых гротах и пещерах. Наиболее древний найденный представитель вида происходит из раннеплейстоценовой батуринской свиты угольного разреза «Батуринский» (Еманжелинский городской округ) и имеет возраст 700–600 тыс. лет. В Государственном историческом музее Южного Урала находятся найденные там череп шерстистого носорога, бедренные кости, берцовые кости, зубы, плечевые кости, лучевая кость, верхняя часть черепа, часть челюсти с зубом, нижняя челюсть. Поэтому к настоящему времени уже достаточно хорошо изучено распространение этого вида в европейской части ареала (рисунок 2) [5, 6, 8].



Рисунок 1 – Мумия Абыйского (Якутского) носорога с правой (а) и левой (б) сторон



Рисунок 2 – Ареал шерстистого носорога (светло-зеленым) и места основных находок его ископаемых останков

Территория современной Беларуси также является одним из регионов обитания носорога шерстистого. На территории республики останки древних носорогов обнаружены приблизительно в 28 местах. В частности, они известны в Сморгони, Волковысске, Дубровно, Орше, Могилеве, Шклове, Молодечно, Родошковичах, Лунинце, Жлобине, Гомеле, Калинковичах и др. местах. Представлены в основном зубами, трубчатыми костями и их фрагментами. В Лунинецком районе зуб шерстистого носорога был найден на берегу реки Припять. Кроме этого, в гранитном карьере г.п. Микашевичи была собрана коллекция ископаемых животных, в их числе были останки носорога шерстистого. В карьере у деревни Четверня среди ископаемых останков также была обнаружена плечевая кость носорога. В 2009 году в Жлобинском районе в песчаном карьере у поселка Вировский также были обнаружены останки носорога. Одна из последних находок была сделана в 2010 году возле речки Суровка Климовичского района Могилевской области. Школьниками был найден зуб древнего животного. Уникальная для этой территории находка была сделана в результате проведения работ по углублению русла реки. После проведенной экспертизы было установлено, что обнаруженный ископаемый останок является правым третьим коренным зубом верхней челюсти шерстистого носорога. Совсем недавно в Минске при строительстве станции метро «Уручье» также были найдены останки доисторических животных, в том числе фрагменты костей носорога [1, 3, 4].

Практически все находки (кроме зубов) представлены различными костями скелета, который является основой основ в организме. Скелет дает 90% информации о животном. Без него говорить о какой-либо точной реконструкции доисторических животных нет смысла. В большинстве случаев скелеты находят неполными. В подавляющем большинстве случаев – вообще отдельные его фрагменты. Чтобы составить полноценное представление о животном, нужны хотя бы ключевые детали скелета: позвонки, части верхнего и нижнего пояса конечностей, фрагменты передней и задней лап и др. Еще одна важная информация, которую можно получить, изучая кости, в том числе и древних животных, это патологии. Травмы, болезни, аномалии развития – все это прослеживается на скеле-

те и позволяет делать выводы об образе жизни животных. Изучая останки древних животных, привлекается информация о том, какие живые организмы населяли нашу планету много сотен веков назад.

Цель исследований – описать анатомическое строение и провести морфометрические исследования правой плечевой кости доисторического животного (носорога шерстистого), найденной на территории Дрибинского района Могилевской области, а также сравнить ее с аналогичными костями современных сельскохозяйственных животных – лошадь и КРС.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили осенью 2024 года на кафедре биотехнологии и ветеринарной медицины УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Материалом для исследования была плечевая кость изначально неизвестного животного, которая хранилась в музее на одной из кафедр факультета биотехнологии и аквакультуры. При внешнем осмотре было понятно, что данная плечевая кость не принадлежит современным животным, особенно сельскохозяйственным (лошадь, крупный рогатый скот и др.). Также при визуальном осмотре и сравнении с аналогичными костями лошади и крупного рогатого скота, которые присутствовали в достаточном количестве в анатомичке (5 костей лошади и 6 костей КРС), было понятно, что исследуемая кость принадлежит гораздо большему по размерам, чем КРС и лошадь, животному (рисунок 3 а). Используя современные компьютерные технологии и возможности, а также проведя визуальный анализ по фотографиям уже определенных костей, нам удалось идентифицировать наш изучаемый объект как правую плечевую кость носорога шерстистого.

Данная кость достаточно давно (предположительно в 80-е годы) была найдена преподавателем зоологии зооинженерного факультета академии в одном из местных песчаных карьеров, однако в то время определить ее видовую принадлежность не удалось. Было только хорошо видно, что это именно плечевая кость, так как она полностью прекрасно сохранилась (рисунок 3 б, в).



а – исследуемая плечевая кость носорога, плечевые кости лошади и КРС (слева направо);
б, в – исследуемая кость носорога шерстистого (фото оригинал)

Рисунок 3 – Плечевая кость шерстистого носорога

При изучении морфологических показателей плечевой кости шерстистого носорога описывали ее анатомическое строение, измеряли вес, а также проводили морфометрию (определение общей длины, ширину нижней суставной поверхности, латеро-медиальную ширину проксимального конца, диаметр суставной головки, минимальную латеро-медиальную ширину диафиза и др.). Также изучали полученные морфометрические показатели плечевой кости носорога шерстистого в сравнении с аналогичной костью современных сельскохозяйственных животных - КРС и лошади. Провести полную морфометрию кости носорога стало возможным, так как наша изучаемая кость сохранилась в отличном состоянии, в отличие от многих аналогичных найденных костей, описываемых в литературных источниках.

Результаты исследований. В тех же источниках литературы часто описывают, что кости древних ископаемых животных очень хорошо сохраняются в глинах. Скорее всего, и наша исследуемая кость также очень хорошо сохранилась, так как находилась в глине. На момент исследований на поверхности кости в отдельных местах сохранились значительные глиняные отложения. Некоторые естественные отверстия и впадины также были забиты глиной. Вся кость имеет равномерный светло-серый цвет. Плохо сохранившиеся кости, как правило, имеют цвет от светло-коричневого до темно-коричневого (кости, найденные в воде).

Размеры обследуемой плечевой кости достаточно крупные: вес ее составляет 2,875 кг и длина – 43 см. Эпифизы на кости полностью приросшие, поэтому можно сказать, что кость принадлежала взрослому, уже закончившему рост животному.

Анатомически на плечевой кости носорога шерстистого хорошо различимы очень массивный и широкий проксимальный эпифиз, короткий и относительно широкий диафиз, а также массивный косо дистальный эпифиз. На проксимальном эпифизе с медиальной стороны расположена массивная округлая головка, около нее два невысоких мышечных бугра практически одинаковой высоты, относительно небольшой медиальный малый (чуть выше, чем большой) и крупный латеральный изогнутый бугры, а между ними – неглубокий межбугорковый желоб. От латерального бугра на тело спускается очень массивный гребень, переходящий в не менее массивную и хорошо выраженную дельтовидную шероховатость. На медиальной стороне расположена очень слабо выраженная и еле заметная круглая шероховатость (если не знать строение плечевой кости, найти ее практически невозможно). На дистальном эпифизе расположен косо поставленный мышцелок плечевой кости с блоком, образующим сустав с костями предплечья. По бокам от мышцелка расположены массивный латеральный (практически в 2 раза больше медиального) и медиальный надмышцелки с глубокой локтевой ямкой между ними, а также связочные бугорки и ямки. По анатомическому строению плечевая кость доисторического животного (носорога шерстистого) практически ничем не отличается от аналогичной кости современных крупных сельскохозяйственных животных (лошади и КРС).

Далее провели остеометрию плечевых костей носорога шерстистого, лошади и КРС в сравнительном аспекте. Вес плечевой кости носорога шерстистого составляет 2,875 кг, длина - 43 см. Для сравнения: у лошади вес плечевой кости составил $1,075 \pm 86,3$ кг; длина – $31,5 \pm 2,5$ см; у КРС вес кости – $0,74 \pm 52,1$ кг и длина – $27,5 \pm 1,6$ см.

Латеро-медиальная ширина проксимального конца (эпифиза) у носорога шерстистого, лошади и КРС составила соответственно 166 мм, $102 \pm 13,6$ и $92 \pm 7,9$ мм. Диаметр суставной головки на проксимальном конце составил 110, $75 \pm 2,9$ и $68 \pm 2,1$ мм соответственно. Ширина нижней суставной поверхности 144, $81 \pm 1,7$ и $73 \pm 1,3$ мм. Минимальная латеро-медиальная ширина диафиза 75, $45 \pm 0,93$ и $31 \pm 0,65$ мм соответственно у носорога, лошади и КРС. Длина гребня большого бугра у носорога – 177 мм, у лошади – $119 \pm 3,1$ мм и у КРС – $128 \pm 3,1$ мм. Ширина проксимального эпифиза вместе с головкой 178 мм, $101 \pm 1,9$ и $94 \pm 1,5$ мм соответственно. Ширина на уровне дельтовидной шероховатости 158, $91 \pm 0,9$ и $58 \pm 0,5$ мм. Ширина диафиза в его середине составила: у носорога шерстистого – 89 мм, у лошади – $50 \pm 1,3$ мм, у КРС – $48 \pm 1,1$ мм.

Также обратили внимание на диаметр сосудистых отверстий в костях. Например, диаметр такого отверстия в локтевой ямке между мышцелками у носорога составил 6 мм, а у лошади и КРС – около 1 мм. Далее по всей кости носорога диаметр сосудистых отверстий был не менее 3 мм, у лошади и КРС – около 1 мм.

Все исследуемые параметры отображены в таблице 1 для сравнения и анализа.

Таблица 1 – Исследуемые морфологические параметры плечевой кости носорога шерстистого, лошади и КРС

| Исследуемые параметры | Носорог шерстистый | Лошадь | КРС |
|---|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1. Вес (кг) | 2,875 | $1,075 \pm 86,3$ | $0,740 \pm 52,1$ |
| 2. Длина кости (см) | 43,0 | $31,5 \pm 2,5$ | $27,5 \pm 1,6$ |
| 3. Латеро-медиальная ширина проксимального конца (мм) | 166 | $102 \pm 13,6$ | $92 \pm 7,9$ |
| 4. Диаметр суставной головки (мм) | 110 | $75 \pm 2,9^{**}$ | $68 \pm 2,1^{**}$ |
| 5. Ширина нижней суставной поверхности (мм) | 144 | $81 \pm 1,7$ | $73 \pm 1,3$ |
| 6. Минимальная латеро-медиальная ширина диафиза (мм) | 75 | $45 \pm 0,93$ | $31 \pm 0,65$ |
| 7. Длина гребня большого бугра (мм) | 177 | $119 \pm 3,1$ | $128 \pm 3,1$ |
| 8. Ширина проксимального эпифиза вместе с головкой (мм) | 178 | $101 \pm 1,9$ | $94 \pm 1,5$ |
| 9. Ширина кости на уровне дельтовидной шероховатости (мм) | 158 | $91 \pm 0,9$ | $58 \pm 0,5$ |
| 10. Ширина (поперечник) диафиза в середине (мм) | 89 | $50 \pm 1,3^*$ | $48 \pm 1,1^*$ |

Примечания: * — $P > 0,05$; ** — $P > 0,01$.

Проведя морфометрические исследования и проанализировав полученные результаты, можно предположить, что носорог шерстистый был в 4 раза тяжелее современной коровы, вес которой

в среднем составляет 500-600 кг, и практически в 3 раза тяжелее лошади, вес которой в среднем составляет 700-900 кг. Информация, представленная в источниках литературы, также говорит, что вес носорога шерстистого около 2-2,5 тонн (в разных источниках масса носорога разнится: 1,5-2 т и 2,5-3 т).

Проведя морфометрические исследования кости из музея кафедры, мы сравнили исследуемую кость с уже описанными ранее в литературе аналогичными костями.

Автор, который проводил исследование и описание левой плечевой кости носорога из Ирилях-Сиене и сравнивал ее с аналогичной костью из Чурапчи, указывал, что размеры кости достаточно крупные, тем не менее, по основным параметрам она уступает аналогичной кости взрослой самки носорога из Чурапчи (таблица 2). Возможно, плечевая кость из Ирилях-Сиене (правобережье среднего течения р. Колыма – Верхнеколымский р-н) принадлежала не крупной самке [2]. Как видно из результатов морфометрии нашей кости и сравнения их с результатами других авторов, представленных в таблице 2, можно отметить, что кость принадлежала незначительно, но меньшему по размерам животному.

Таблица 2 – Морфологические параметры правой плечевой кости носорога шерстистого в сравнении с некоторыми уже описанными в литературе аналогичными костями, найденными в других регионах

| Исследуемые параметры | Носорог шерстистый (исследуемая правая плечевая кость) | Чурапча | р. Кентик | Ирилях-Сиене (левая плечевая кость) |
|---|--|-----------|-----------|-------------------------------------|
| 1. Вес (кг) | 2,875 | - | - | - |
| 2. Длина кости (см) (латеральная/медиальная длина) | 43,0/43,8 | 43,0/44,0 | 46,5/46,2 | 42,8/42,0 |
| 3. Латеро-медиальная ширина проксимального конца (мм) | 166 | - | - | - |
| 4. Диаметр суставной головки (мм) | 110 | 109 | | 116 |
| 5. Ширина нижней суставной поверхности (мм) | 144 | 170 | 153 | 167 |
| 6. Минимальная латеро-медиальная ширина диафиза (мм) | 75 | 79 | 79 | 78 |
| 7. Длина гребня большого бугра (мм) | 177 | - | - | - |
| 8. Ширина проксимального эпифиза вместе с головкой (мм) | 178 | 204 | 201 | 196 |
| 9. Ширина кости на уровне дельтовидной шероховатости (мм) | 158 | - | - | - |
| 10. Ширина (поперечник) диафиза в середине (мм) | 89 | 79 | 79 | 78 |

Заключение. Проанализировав результаты собственных исследований и литературные источники, можно сделать вывод, что шерстистый носорог обитал на абсолютно всей территории Беларуси, в том числе и на территории Дрибинского района Могилевской области, так как плечевая кость была обнаружена в песчаном карьере данного района. Поскольку кость прекрасно сохранилась, удалось описать ее анатомическое строение и провести полные морфометрические исследования.

По анатомическому строению плечевая кость практически сходна с аналогичными костями современных сельскохозяйственных животных. Однако кость носорога имела некоторые особенности: массивный и широкий проксимальный эпифиз, короткий и относительно широкий диафиз, а также массивный косо дистальный эпифиз. Также на кости имеется массивный гребень большого бугра, переходящий в не менее массивную и хорошо выраженную дельтовидную шероховатость. На медиальной стороне расположена очень слабо выраженная и еле заметная круглая шероховатость.

Проанализировав полученные результаты морфометрии плечевой кости носорога шерстистого, лошади и КРС, можно отметить, что носорог был по весу в 4 раза тяжелее современной коровы, вес которой в среднем составляет 500-600 кг, и практически в 3 раза тяжелее лошади, вес которой в среднем составляет 700-900 кг. Судя по тому, что плечевая кость у носорога шерстистого массивная и достаточно широкая как на проксимальном (в большей степени), так и на дистальном эпифизе, можно сказать, что носорог шерстистый был приземистым животным на коротких и мощных конечностях. При сравнении полученных морфометрических данных обследуемой кости с аналогич-

ными параметрами уже известных и описанных в литературе, можно отметить, что данная кость принадлежала относительно не крупному животному своего вида.

Conclusion. Having analyzed the findings of our research and literature sources, we can conclude that the woolly rhinoceros inhabited across the entire territory of Belarus, including the territory of the Drybin district of the Mogilev region, since the humerus was found in a sand quarry in this area. The perfectly preserved bone made it possible to describe its anatomical structure and conduct full morphometric studies.

In terms of its anatomical structure, the fossile humerus is almost identical to similar bones of farm animals nowadays. However, the rhinoceros' bone had some peculiarities: a massive and wide proximal epiphysis, a short and relatively wide diaphysis, and a massive oblique distal epiphysis. The bone also has a massive ridge of the greater tubercle, which modifies into an equally massive and well-defined deltoid roughness. On the medial side, there is a vaguely expressed and barely noticeable round roughness.

Having analyzed the results of the morphometry of the humerus of the fossile woolly rhinoceros, horse and cattle, we can conclude that a rhinoceros was 4 times heavier than a cow of today, whose average weight is 500-600 kg. The woolly rhinoceros was almost 3 times heavier than a today's horse, whose average weight is 700-900 kg. Judging by the fact that the humerus of the woolly rhinoceros is massive and quite wide both at the proximal (to a greater extent) and at the distal epiphysis, it can be said that the woolly rhinoceros was a stocky animal with short and powerful limbs. When comparing the obtained morphometric data of the examined bone with similar parameters already known and described in the literature, it can be noted that this bone belonged to a relatively small animal of its species.

Список литературы.

1. Мотузко, А. Н. Новые местонахождения остатков шерстистого носорога (*OELEDONTA ANTIQUITATIS BLUMENBAH*) на территории Беларуси / А. Н. Мотузко // Проблемы региональной геологии Беларуси : IV Университетские геологические чтения, посвященные 15-летию кафедры динамической геологии БГУ. – Минск : БГУ, 2010. – 80 с.

2. Новгородов, Г. П. Предварительные данные по кранио- и остеометрии шерстистого носорога из местонахождения Ирлях-Сиене (среднее течение р. Колыма) / Г. П. Новгородов, Г. Г. Боескоров, М. Ю. Чепрасов // ВЕСТНИК СВФУ. – № 5 (67).

3. Археолог рассказала, где в Беларуси находили кости мамонтов, носорога шерстистого и бизона. – URL: minsknews.by (дата обращения: 10.02.2025).

4. Где жил шерстистый носорог? Климовичи. Новости города. – URL: www.rodniva.by (дата обращения: 25.01.2025).

5. Думали, что мамонт. Оказалось носорог. – URL: <https://www.google.com> (дата обращения: 10.02.2025).

6. Реальность времен настенных рисунков. Шерстистый носорог. – URL: <https://chelmuseum.ru/science/articles/realnost-vremen-nastennyh-risunkov-sherstistyj-nosorog/> (дата обращения: 20.11.2024).

7. Шерстистый носорог 2 – ВЕК МЛЕКОПИТАЮЩИХ. – URL: https://age-of-mammals.ucoz.ru/index/sherstistyj_nosorog_2/0-2465 (дата обращения: 18.11.2024).

8. Шерстистый носорог. – URL: [ru.wikipedia.org > wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki) (дата обращения: 15.01.2025).

References.

1. Motuzko, A. N. Novye mestonahozhdeniya ostatkov sherstistogo nosoroga (*OELEDONTA ANTIQUITATIS BLUMENBAH*) na territorii Belarusi / A. N. Motuzko // Problemy regional'noj geologii Belarusi : IV Universitetskie geologicheskie chteniya, posvyashchennye 15-letiyu kafedry dinamicheskoy geo-logii BGU. – Minsk : BGU, 2010. – 80 с.

2. Novgorodov, G. P. Predvaritel'nye dannye po kranio- i osteometrii sherstistogo nosoroga iz mestonahozhdeniya Irilyah-Siene (srednee techenie r. Kolyma) / G. P. Novgorodov, G. G. Boeskorov, M. YU. Cheprasov // VESTNIK SVFU. – № 5 (67).

3. Arheolog rasskazala, gde v Belarusi nahodili kosti mamontov, nosoroga sherstistogo i bizona. – URL: minsknews.by (data obrashcheniya: 10.02.2025).

4. Gde zhil sherstistyj nosorog? Klimovich. Novosti goroda. – URL: www.rodniva.by (data obrashcheniya: 25.01.2025).

5. Dumali, chto mamont. Okazalos' nosorog. – URL: <https://www.google.com> (data obrashcheniya: 10.02.2025).

6. Real'nost' vremen nastennyh risunkov. SHerstistyj nosorog. – URL: <https://chelmuseum.ru/science/articles/realnost-vremen-nastennyh-risunkov-sherstistyj-nosorog/> (data obrashcheniya: 20.11.2024).

7. Sherstistyj nosorog 2 – VEK MLEKOPITAYUSHCHIH. – URL: https://age-of-mammals.ucoz.ru/index/sherstistyj_nosorog_2/0-2465 (data obrashcheniya: 18.11.2024).

8. Sherstistyj nosorog. – URL: [ru.wikipedia.org > wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki) (data obrashcheniya: 15.01.2025).

Поступила в редакцию 13.03.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-85-89
УДК 592.597:591.911(476.2)

ГЕЛЬМИНТОФАУНА ХИЩНЫХ ЖИВОТНЫХ СЕМЕЙСТВА *CANIDAE*, ОБИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И НА ИНТАКТНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Надина Н.Г. ORCID ID 0009-0002-6165-5775, Юрченко И.С.
Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,
г. Хойники, Республика Беларусь

В статье приводятся результаты сравнительного анализа гельминтофауны хищных животных семейства *Canidae* (Bowdich, 1821), обитающих на территории зоны отчуждения и на интактной территории. У обследованных хищных животных Полесского государственного радиационно-экологического заповедника зарегистрировано 19 видов гельминтов при общей зараженности 98,7%, у хищных животных национального парка «Припятский» – 18 видов гельминтов при общей зараженности 90,7%. **Ключевые слова:** гельминты, заповедник, интактная территория, зараженность, индекс доминирования.

HELMINTHOFAUNA OF PREDATORY ANIMALS OF THE FAMILY *CANIDAE* LIVING UNDER CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION AND IN INTACT TERRITORY

Nadina N.G., Yurchenko I.S.
State Nature Conservation Research Institution "Polesie State Radiation and Ecological Reserve",
Khoyniki, Republic of Belarus

The article presents the results of a comparative analysis of the helminth fauna of predatory animals of the *Canidae* family (Bowdich, 1821) living in the exclusion zone and in the intact territory. In the examined predatory animals from the Polesie State Radiation and Ecological Reserve – 19 species of helminths were registered with a total infection rate of 98.7%, in the predatory animals from the Pripyat National Park – 18 species of helminths with a total infection rate of 90.7%. **Keywords:** helminths, reserve, intact territory, infestation, dominance index.

Введение. Хищные млекопитающие семейства *Canidae* (Bowdich, 1821) являются хозяевами многих видов гельминтов, имеющих эпизоотическое и эпидемическое значение.

В динамике наиболее опасных гельминтозных инвазий позвоночных животных в зоне аварии ЧАЭС выделялось два процесса: обеднение фауны за счет исчезновения общих с домашними животными видов гельминтов и увеличение видового разнообразия и численности паразитических червей [1]. Следствием этого могло быть исчезновение ранее существовавших очагов различных заболеваний человека и животных, перемещение их в пространстве или возникновение и расширение новых очагов [2].

Комплексная оценка состояния популяций диких животных является необходимой составляющей в системе регионально-экологического и санитарно-эпидемиологического мониторинга типичных для Полесья биогеоценозов.

Цель – провести сравнительный анализ гельминтофауны хищных животных семейства *Canidae* (Bowdich, 1821), обитающих в условиях радиоактивного загрязнения на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) и на интактной территории (национальный парк «Припятский»).

Материалы и методы исследований. Материалом для сравнительного анализа гельминтофауны послужили дикие животные отряда *Carnivora* (Bowdich, 1821) семейства *Canidae* (Bowdich, 1821), обитающие в условиях радиоактивного загрязнения на территории ПГРЭЗ и на интактной территории национального парка «Припятский». Паразитологическому исследованию за период 2022-2024 гг. было подвергнуто 130 особей диких животных трех видов (30 особей волка *Canis lupus* (Linnaeus, 1758), 16 – лисицы обыкновенной *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758) и 84 – енотовидной собаки *Nystereutes procyonides* (Gray, 1821). Гельминтологический материал получен при выполнении договора НИР № ГР 20221603.

Паразитологическое вскрытие проведено по К.И. Скрябину [3]. Полученный материал обработан компрессорным методом с последующей микроскопией. Определение видов гельминтов проведено по определителю [4]. Для оценки степени зараженности животных применены статистические показатели (Е – экстенсивность инвазии, I – интенсивность инвазии, ID – индекс доминирования) [5].

Результаты исследований. По результатам проведенных гельминтологических исследований у обследованных особей диких животных семейства *Canidae*, обитающих в условиях радиоактивного загрязнения и на интактной территории, в настоящее время зарегистрирован 21 вид гельминтов, относящихся к 3 типам, 5 классам, из которых наибольшую видовую насыщенность (6 видов) имеет класс *Secernentea* (Linstow, 1905).

При вскрытии у одного животного одновременно могло паразитировать от одного до нескольких видов гельминтов различных классов, нередко с высокой степенью заражения.

Всего у *Canis lupus* Припятского Полесья в настоящее время зарегистрировано 13 видов гельминтов. На территории ПГРЭЗ у *C. lupus* выявлено 5 видов гельминтов, в то время как на интактной территории у *C. lupus* зарегистрировано 13 видов.

Общими для двух популяций *C. lupus* являются 5 видов гельминтов, такие как *Alaria alata*, *Taenia hydatigena*, *Taenia pisiformis*, *Trichinella spiralis* и *Dirofilaria immitis*. В таблице 1 представлены результаты исследований гельминтофауны *C. lupus*.

Таблица 1 – Видовое разнообразие гельминтов и зараженность ими *C. lupus*

| Вид гельминта | ПГРЭЗ (n=6) | | | | НП «Припятский» (n=24) | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|-------|---------------------------|----------------|----------------|-------|
| | Е, % | I, экз./ос. | M, экз./ос. | ID, % | Е, % | I, экз./ос. | M, экз./ос. | ID, % |
| Класс Trematoda Rudolphi, 1808 | | | | | | | | |
| <i>A. alata</i> | 17,0 | 241,0 | 40,2 | 57,66 | 37,5 | 19,9 | 7,46 | 29,78 |
| Класс Cestoda Rudolphi, 1808 | | | | | | | | |
| <i>T. hydatigena</i> | 67,0 | 5,25 | 3,5 | 5,02 | 50,0 | 7,0 | 3,50 | 13,98 |
| <i>T. krabbei</i> | - | - | - | - | 20,8 | 3,2 | 0,67 | 2,66 |
| <i>T. pisiformis</i> | 33,0 | 5,0 | 1,7 | 2,39 | 21,0 | 3,2 | 0,67 | 2,66 |
| <i>S. erinacei</i> | - | - | - | - | 4,2 | 4,0 | 0,17 | 0,66 |
| Класс Adenophorea Linstow, 1905 | | | | | | | | |
| <i>A. plica</i> | - | - | - | - | 4,2 | 3,0 | 0,12 | 0,50 |
| <i>T. spiralis</i> | 17,0 | 89,0 | 14,8 | 21,29 | 8,3 | 10,5 | 0,87 | 3,49 |
| <i>T. vulpis</i> | - | - | - | - | 4,2 | 1,0 | 0,04 | 0,17 |
| Класс Secernentea Linstow, 1905 | | | | | | | | |
| <i>T. leonine</i> | - | - | - | - | 4,2 | 3,0 | 0,12 | 0,50 |
| <i>D. immitis</i> | 17,0 | 57,0 | 9,5 | 13,64 | 25,0 | 42,8 | 10,71 | 42,76 |
| <i>A. caninum</i> | - | - | - | - | 8,3 | 2,0 | 0,17 | 0,66 |
| <i>U. stenocephala</i> | - | - | - | - | 8,3 | 2,0 | 0,17 | 0,66 |
| <i>C. vulpis</i> | - | - | - | - | 12,5 | 3,0 | 0,37 | 1,50 |

У *C. lupus* на территории ПГРЭЗ доминирующим видом отмечена трематода *A. alata*, индекс доминирования которой составил 57,66%, интенсивность инвазии – 241 экз./ос. при зараженности 17,0%. Субдоминантом выступает *T. spiralis* (ID – 21,29%) с интенсивностью инвазии 89 личинок на компрессорий (п/к) при зараженности 17,0%. В сердце у *C. lupus* была обнаружена *D. immitis*, индекс доминирования которой составил 13,64% при интенсивности инвазии 57 экз./ос. Максимальная экстенсивность инвазии зарегистрирована для цестоды *T. hydatigena* – 67,0%. Общее видовое богатство гельминтов *Canis lupus* по Маргалефу составило 2,2.

У особей *C. lupus* на интактной территории доминирующим видом отмечена *D. immitis* (ID – 42,76%) при зараженности 25,0% и интенсивности инвазии 42,8 экз./ос. Субдоминантом выступает трематода *A. alata* (ID – 29,78%), зараженность которой составила 37,5%. Минимальная экстенсивность инвазии (4,2%) отмечена для *Toxascaris leonine*, *Aonchotheca plica*, *Trichuris vulpis* и *Spirometra erinacei*. Общее видовое богатство гельминтов *Canis lupus* по Маргалефу – 3,8.

Всего у *Vulpes vulpes* Припятского Полесья в настоящее время зарегистрировано 14 видов гельминтов. На территории ПГРЭЗ у *V. vulpes* выявлено 9 видов гельминтов, на интактной территории у *V. vulpes* также зарегистрировано 9 видов. Общими для двух популяций являются 4 вида гельминтов, такие как *A. alata*, *A. plica*, *T. leonine*, *Crenosoma vulpis*. В таблице 2 представлены результаты исследований гельминтофауны *V. vulpes*.

У *V. vulpes*, обитающей на территории радиоактивного загрязнения (ПГРЭЗ), доминирующим видом является трематода *A. alata* (ID – 38,32%) с интенсивностью инвазии 96 экз./ос. при зараженности 33,0%. Субдоминанты – *T. leonine* (ID – 23,55%) с интенсивностью инвазии 29,5 экз./ос. при зараженности 66,7% и *T. hydatigena* (ID – 20,16%) с интенсивностью инвазии 50,5 экз./ос. при экстенсивности инвазии 33,3%. Максимальная встречаемость отмечена для скребня *Macracanthorhynchus catulinus* – 83,0%. Минимальная зараженность (16,7%) зарегистрирована для *Echinococcus granulosus*, *Ancylostoma caninum*, *A. plica* и *Uncinaria stenocephala*. Общее видовое богатство гельминтов *Vulpes vulpes* по Маргалефу – 4,4.

У *V. vulpes* на интактной территории доминирующим видом является *T. leonine* (ID – 41,59%) при зараженности 50,0% с интенсивностью инвазии 18,8 экз./ос. и индексом обилия 9,4 экз./ос. Субдоминанты – *A. alata* (ID – 12,83%) и *Taenia krabbei* (ID – 11,50%) при экстенсивности инвазии 30,0 % и 20,0 % соответственно. Минимальная встречаемость отмечена для *Aonchotheca putorii* – 10,0 %. Общее видовое богатство гельминтов *Vulpes vulpes* по Маргалефу составило 3,5.

Таблица 2 – Видовое разнообразие гельминтов и зараженность ими *V. vulpes*

| Вид гельминта | ПГРЭЗ (n=6) | | | | НП «Припятский» (n=10) | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|-------|---------------------------|----------------|----------------|-------|
| | Е, % | І, экз./ос. | М, экз./ос. | ID, % | Е, % | І, экз./ос. | М, экз./ос. | ID, % |
| Класс Trematoda Rudolphi, 1808 | | | | | | | | |
| <i>A. alata</i> | 33,0 | 96,0 | 32,0 | 38,32 | 30,0 | 9,7 | 2,9 | 12,83 |
| <i>O. felineus</i> | - | - | - | - | 20,0 | 3,0 | 0,6 | 2,65 |
| Класс Cestoda Rudolphi, 1808 | | | | | | | | |
| <i>E. granulosus</i> | 16,7 | 15,0 | 2,5 | 2,99 | - | - | - | - |
| <i>T. hydatigena</i> | 33,3 | 50,5 | 16,8 | 20,16 | - | - | - | - |
| <i>T. krabbei</i> | - | - | - | - | 20,0 | 13,0 | 2,6 | 11,50 |
| <i>T. pisiformis</i> | - | - | - | - | 20,0 | 11,0 | 2,2 | 9,73 |
| Класс Adenophorea Linstow, 1905 | | | | | | | | |
| <i>A. plica</i> | 16,7 | 20,0 | 3,3 | 3,99 | 50,0 | 3,8 | 1,9 | 8,41 |
| <i>A. putorii</i> | - | - | - | - | 10,0 | 2,0 | 0,2 | 0,88 |
| <i>T. spiralis</i> | - | - | - | - | 20,0 | 9,5 | 1,9 | 8,41 |
| Класс Secernentea Linstow, 1905 | | | | | | | | |
| <i>T. leonine</i> | 66,7 | 29,5 | 19,7 | 23,55 | 50,0 | 18,8 | 9,4 | 41,59 |
| <i>A. caninum</i> | 16,7 | 3,0 | 0,5 | 0,59 | - | - | - | - |
| <i>U. stenocephala</i> | 16,7 | 3,0 | 0,5 | 0,59 | - | - | - | - |
| <i>C. vulpis</i> | 50,0 | 4,7 | 2,3 | 2,79 | 30,0 | 3,0 | 0,9 | 3,98 |
| Класс Archiacanthocephala Meyer, 1931 | | | | | | | | |
| <i>M. catulinus</i> | 83,0 | 7,0 | 5,8 | 6,98 | - | - | - | - |

В настоящее время у *Nystereutes procyonides* Припятского Полесья зарегистрировано 16 видов гельминтов. На интактной территории у *N. procyonides* выявлено 8 видов гельминтов, на территории ПГРЭЗ у *N. procyonides* зарегистрировано 16 видов. Общими для двух популяций являются 8 видов гельминтов, такие как *A. alata*, *Echinochasmus perfoliatus*, *Isthmiophora melis*, *Pseudamphistomum truncatum*, *T. pisiformis*, *T. spiralis*, *A. caninum*, *U. stenocephala*. В таблице 3 представлены результаты исследований гельминтофауны *Nystereutes procyonides*.

Таблица 3 – Видовое разнообразие гельминтов и зараженность ими *N. procyonides*

| Вид гельминта | ПГРЭЗ (n=64) | | | | НП «Припятский» (n=20) | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|-------|------------------------|----------------|----------------|-------|
| | Е, % | І, экз./ос. | М, экз./ос. | ID, % | Е, % | І, экз./ос. | М, экз./ос. | ID, % |
| Класс Trematoda Rudolphi, 1808 | | | | | | | | |
| <i>A. alata</i> | 79,7 | 57,0 | 45,43 | 60,93 | 65,0 | 47,4 | 30,8 | 76,90 |
| <i>E. perfoliatus</i> | 40,6 | 29,8 | 12,10 | 16,24 | 25,0 | 18,2 | 4,55 | 11,36 |
| <i>I. melis</i> | 26,6 | 21,3 | 5,66 | 7,58 | 15,0 | 15,3 | 2,30 | 5,74 |
| <i>O. felineus</i> | 7,8 | 3,2 | 0,25 | 0,33 | - | - | - | - |
| <i>P. truncatum</i> | 1,7 | 5,0 | 0,08 | 0,10 | 5,0 | 5,0 | 0,25 | 0,62 |
| Класс Cestoda Rudolphi, 1808 | | | | | | | | |
| <i>T. hydatigena</i> | 3,1 | 2,5 | 0,08 | 0,10 | - | - | - | - |
| <i>T. pisiformis</i> | 14,0 | 1,6 | 0,22 | 0,29 | 10,0 | 3,0 | 0,30 | 0,75 |
| <i>S. erinacei</i> | 18,7 | 8,3 | 1,56 | 2,09 | - | - | - | - |
| Класс Adenophorea Linstow, 1905 | | | | | | | | |
| <i>A. plica</i> | 1,6 | 2,0 | 0,03 | 0,04 | - | - | - | - |
| <i>T. spiralis</i> | 14,0 | 34,3 | 4,83 | 6,47 | 10,0 | 12,5 | 1,20 | 3,12 |
| <i>T. vulpis</i> | 1,6 | 3,0 | 0,05 | 0,06 | - | - | - | - |
| Класс Secernentea Linstow, 1905 | | | | | | | | |
| <i>S. vulpis</i> | 3,1 | 2,5 | 0,08 | 0,10 | - | - | - | - |
| <i>D. immitis</i> | 1,6 | 7,0 | 0,11 | 0,15 | - | - | - | - |
| <i>A. caninum</i> | 18,7 | 3,1 | 0,58 | 0,77 | 10,0 | 2,0 | 0,20 | 0,50 |
| <i>U. stenocephala</i> | 23,4 | 3,7 | 0,87 | 1,17 | 20,0 | 2,0 | 0,40 | 0,99 |
| Класс Archiacanthocephala Meyer, 1931 | | | | | | | | |
| <i>M. catulinus</i> | 45,3 | 5,8 | 2,64 | 3,54 | - | - | - | - |

На территории ПГРЭЗ у *N. procyonides* доминирующим видом является трематода *A. alata* (ID – 60,93%) при зараженности 79,7% с интенсивностью инвазии 57 экз./ос. и индексом обилия 45,43 экз./ос. Субдоминантом выступает трематода *E. perfoliatus* (ID – 16,24%) при зараженности 40,6% с интенсивностью инвазии 29,8 экз./ос., индекс обилия которой составил 12,10 экз./ос. Минимальная встречаемость отмечена для *T. vulpis*, *A. plica* и *D. immitis* – 1,6%. Общее видовое богатство гельминтов *Nystereutes procyonides* по Маргалефу – 3,6.

У *N. procyonides* с интактной территории также доминирует трематода *A. alata* (ID – 76,90%) при зараженности 65,0% и интенсивности инвазии 47,4 экз./ос. Субдоминантом выступает трематода *E. perfoliatus* (ID – 11,36%) при экстенсивности инвазии 25,0% и интенсивности инвазии 18,2 экз./ос. Минимальная зараженность отмечена для трематоды *P. truncatum* – 5,0%. Общее видовое богатство гельминтов *Nystereutes procyonides* по Маргалефу составило 2,3.

Заключение. Таким образом, у хищных млекопитающих семейства *Canidae* ПГРЭЗ зарегистрировано 19 видов гельминтов, у хищных животных, обитающих в национальном парке «Припятский», – 18 видов. Наибольшее видовое сходство гельминтов (по Жаккару) отмечено для *N. procyonides* (Kg – 0,50), в то время как для популяции *C. lupus* этот показатель составил 0,38, а для популяций *V. vulpes* – 0,27. Такие виды гельминтов, как *Alaria alata*, *Echinochasmus perfoliatus*, *Isthmiophora melis*, *Opisthorchis felinus*, *Pseudamphistomum truncatum*, *Taenia hydatigena*, *Taenia pisiformis*, *Spirometra erinacei*, *Aonchotheca plica*, *Trichinella spiralis*, *Trichuris vulpis*, *Toxascaris leonine*, *Dirofilaria immitis*, *Ancylostoma caninum*, *Uncinaria stenocephala*, *Crenosoma vulpis* паразитируют у хищных животных семейства *Canidae* как на территории ПГРЭЗ, так и на территории национального парка «Припятский». Наибольшее общее видовое богатство гельминтов по Маргалефу (4,4) отмечено для популяции *V. vulpes*, обитающей на территории радиоактивного загрязнения (ПГРЭЗ). Доминирующими видами гельминтов хищников семейства *Canidae* на территории радиоактивного загрязнения являются *A. alata* (*C. lupus* – 57,66%, *V. vulpes* – 38,32%, *N. procyonides* – 60,93%), субдоминанты – *T. spiralis* (*C. lupus* – 21,29%), *T. leonine* (*V. vulpes* – 23,55%), *E. perfoliatus* (*N. procyonides* – 16,24%). Доминирующий комплекс гельминтов хищников семейства *Canidae* на интактной территории представлен *D. immitis* (*C. lupus* – 42,76%), *T. leonine* (*V. vulpes* – 41,59%), *A. alata* (*N. procyonides* – 76,90%), субдоминанты – *A. alata* (*C. lupus* – 29,78%, *V. vulpes* – 12,83%) и *E. perfoliatus* (*N. procyonides* – 11,36%). Установлено, что в типичных для Полесья биогеоценозах как на территории радиоактивного загрязнения (ПГРЭЗ), так и на интактной территории (национальный парк «Припятский») циркулируют возбудители природно-очаговых гельминтозов. Дикие хищные млекопитающие семейства *Canidae* служат дефинитивными хозяевами для *Spirometra erinacei*, *Trichinella spiralis*, *Opisthorchis felinus*, *Dirofilaria immitis*. На территории ПГРЭЗ зафиксирован природный очаг эхинококкоза, возбудителем которого является цестода *Echinococcus granulosus*, обнаруженная у *V. vulpes* с экстенсивностью инвазии 16,7%. Общая зараженность гельминтами диких животных семейства *Canidae* выше на территории ПГРЭЗ, чем на территории национального парка «Припятский», и составляет 98,7% и 90,7% соответственно.

Conclusion. Thus, 19 species of helminths have been registered in predatory mammals of the *Canidae* family from the PSRER, and 18 species have been registered in predatory animals living in the Pripyatsky National Park. The greatest species similarity of helminths (according to Jacquard) was noted for *N. procyonides* (Kg – 0.50), while for the *C. lupus* population this indicator was 0.38, and for the *V. vulpes* populations – 0.27. Helminth species such as *Alaria alata*, *Echinochasmus perfoliatus*, *Isthmiophora melis*, *Opisthorchis felinus*, *Pseudamphistomum truncatum*, *Taenia hydatigena*, *Taenia pisiformis*, *Spirometra erinacei*, *Aonchotheca plica*, *Trichinella spiralis*, *Trichuris vulpis*, *Toxascaris leonine*, *Dirofilaria immitis*, *Ancylostoma caninum*, *Uncinaria stenocephala*, *Crenosoma vulpis* parasitize the predatory animals of the *Canidae* family both in the territory of the PSRER and in the territory of the Pripjatsky National Park. The highest overall species dominance of helminths according to Margalef (4.4) was noted for the *V. vulpes* population living in the radioactively contaminated area (PSRER). The dominant complex of helminths of predators of the family *Canidae* in the territory of radioactive contamination is represented by *A. alata* (*C. lupus* – 57.66%, *V. vulpes* – 38.32%, *N. procyonides* – 60.93%), as well as subdominants *T. spiralis* (*C. lupus* – 21.29%), *T. leonine* (*V. vulpes* – 23.55%), *T. hydatigena* (*V. vulpes* – 20.16%), *E. perfoliatus* (*N. procyonides* – 16.24%). The predominant helminths complex for predatory animals of the *Canidae* family in the adjacent territory is represented by *D. immitis* (*C. lupus* – 42.76%), *T. leonine* (*V. vulpes* – 41.59%), *A. alata* (*N. procyonides* – 76.90%), as well as subdominants *A. alata* (*C. lupus* – 29.78%), *A. alata* (*V. vulpes* – 12.83%), *T. krabbei* (*V. vulpes* – 11.50%), *E. perfoliatus* (*N. procyonides* – 11.36%). It has been established that in the biogeocenoses typical of Polesie, both in the territory of radioactive contamination (PGREZ) and in the adjacent territory (National Park "Pripjatsky"), pathogens of natural focal helminthiasis circulate. Wild predatory mammals of the *Canidae* family serve as definitive hosts for *Spirometra erinacei*, *Trichinella spiralis*, *Opisthorchis felinus*, *Dirofilaria immitis*. A natural focus of echinococcosis has been recorded in the territory of the PSRER, the causative agent of which is the cestode *Echinococcus granu-*

Iosus, found in *V. vulpes* with an invasion prevalence of 16.7%. The overall infestation rate of wild animals of the *Canidae* family with helminths is higher in the territory of the PSRER than in the territory of the Pripyatsky National Park and makes 98.7% and 90.7%, respectively.

Список литературы.

1. Бычкова, Е. И. Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС / Е. И. Бычкова, Г. А. Евремова. – Минск : Наука и техника, 1995. – С. 214–220.
2. Евремова, Г. А. Паразитологический мониторинг в зоне аварии на Чернобыльской АЭС / Г. А. Евремова // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы II-й Международной научно-практической конференции, Гомель, 25-27 октября 2000 года. – Гомель, 2000. – С. 57–58.
3. Скрябин, К. И. Основы общей гельминтологии / К. И. Скрябин, Р. С. Шульц. – Москва, 1940. – 465 с.
4. Козлов, Д. П. Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР / Д. П. Козлов. – Москва : Наука, 1977. – 275 с.
5. Методика гельминтологических исследований позвоночных животных / Б. В. Ромашов, Л. Н. Хицова, Е. И. Труфанова, Н. В. Ромашова. – Воронеж, 2003. – 35 с.

References.

1. Bychkova, E. I. ZHivotnyj mir v zone аварии CHernobyl'skoj AES / E. I. Bychkova, G. A. Evremova. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1995. – S. 214–220.
2. Efremova, G. A. Parazitologicheskij monitoring v zone аварии na CHernobyl'skoj AES // Ekologicheskie problemy Poles'ya i sopredel'nyh territorij : materialy II-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Gomel', 25-27 oktyabrya 2000 goda. – Gomel', 2000. – S. 57–58.
3. Skryabin, K. I. Osnovy obshchej gel'mintologii / K. I. Skryabin, R. S. SHul'c. – Moskva, 1940. – 465 s.
4. Kozlov, D. P. Opredelitel' gel'mintov hishchnyh mlekopitayushchih SSSR. – Moskva : Nauka, 1977. – 275 s.
5. Metodika gel'mintologicheskikh issledovanij pozvonochnyh zhivotnyh / B. V. Romashov, L. N. Hicova, E. I. Trufanova, N. V. Romashova. – Voronezh, 2003. – 35 s.

Поступила в редакцию 13.03.2025.

СОДЕРЖАНИЕ

Ветеринария

- | | | |
|----|--|----|
| 1. | ПОИСКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ АНТИМИКРОБНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ МАСТИТА У КОРОВ Галкин А.В. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация | 4 |
| 2. | ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕСТ-СИСТЕМЫ CENOGENICS STOOL BLOOD TEST ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ В ОРГАНАХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У СОБАК *Гераничев М.А., **Федорин А.А., ***Калинкин Н.А., *Калинкина Ю.В. *ООО Научно-исследовательское предприятие «Ветеринарный лечебно-реабилитационный центр Поволжья «Цито», г. Саратов, Российская Федерация **Финансово-технологический колледж. ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация ***ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация | 9 |
| 3. | ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ ПРОБИОТИКОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ Дёмкина О.В., Якубик О.Л. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет», г. Благовещенск, Российская Федерация | 15 |
| 4. | ОЦЕНКА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «АКВАВЕТ» ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЕЛЯТ С ДИАРЕЙНЫМ СИНДРОМОМ Ковзов В.В., Красочко П.П. УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь | 22 |
| 5. | НЕКОТОРЫЕ МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И ИММУННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ СВИНОМАТОК В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ СУПОРОСНОСТИ *Шапошников И.Т., **Коцарев В.Н., *Бригадиров Ю.Н., ***Бухтиярова И.П., ****Белко А.А. *ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Петра I», г. Воронеж, Российская Федерация **ФГНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фарма- кологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация, ***ФГБОУ ВО «Донбасская аграрная академия», г. Макеевка, Донецкая народная республика, Российская Федерация ****УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь | 27 |
| 6. | НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ГИСТОМОНОЗА КУРИНЫХ ПТИЦ Ятусевич А.И., Сарока А.М., Захарченко И.П., Фибик Ю.В., Сарока Д.Д. УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь | 32 |

Зоотехния

7. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПО СОСТАВУ СРЕД ПРИ КАПАЦИТАЦИИ СПЕРМЫ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ** 39
Голубец Л.В., Кирикович Ю.К., Януть Н.В., Сапсалева С.А., Петрушко Е.В., Пайтерова О.В.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
8. **БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМОВ ИЗ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ** 43
Зенькова Н.Н., Моисеева М.О., Ганущенко О.Ф., Зенькова О.В., Шлома Т.М., Ковалёва И.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
9. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «БАЦИФИД» В РАЗЛИЧНЫХ ДОЗИРОВКАХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ** 48
Кивейша С.А., Михалюк А.Н., Сехин А.А.
УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь
10. **ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ЖМЫХА ПОДСОЛНЕЧНИКА** 54
*Миринова О.А., **Кармазин А.П., ***Миринова Л.П., ***Зеленская Г.М., ***Миринова А.А.
*ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, Российская Федерация
**Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору, г. Москва, Российская Федерация
***ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», п. Персиановский, Ростовская область, Российская Федерация
11. **ВЗАИМОСВЯЗЬ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕНОТИПОВ ГЕНОВ *DGAT1*, *GH*, *PRL* И *BLG* С ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ** 58
Михалюк А.Н., Танана Л.А.
УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь
12. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ α -АМИЛАЗЫ И ЖИВЫХ ДРОЖЖЕЙ В КОРМЛЕНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ** 67
Подрез В.Н., Карпеня М.М., Ухов М.С., Карпеня С.Л.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
13. **МОРФОКОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ГОЛШТИНИЗИРОВАННОЙ ПОРОДЫ** 74
Слесаренко Н.А., Хрусталева Е.Н.
ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация

Биология

14. **МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ НОСОРОГА ШЕРСТИСТОГО** 79
Микулич Е.Л., Варзов Н.И., Лавор А.Л.
УО «Белорусская государственная орденов «Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени» сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь
15. **ГЕЛЬМИНТОФАУНА ХИЩНЫХ ЖИВОТНЫХ СЕМЕЙСТВА *SANIDAE*, ОБИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И НА ИНТАКТНОЙ ТЕРРИТОРИИ** 85
Надина Н.Г., Юрченко И.С.
Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Республика Беларусь

Ответственный за выпуск О. С. Горлова
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерная верстка Е. В. Морозова
Корректоры Т. А. Никитенко, Е. В. Морозова
Редактор-переводчик А. И. Картунова

Подписано в печать 15.05.2025 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Печать ризографическая. Усл. п. л. 10,70. Уч.-изд. л. 8,85.
Тираж 53 экз. Заказ 2437.

Издатель:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-70.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>

Полиграфическое исполнение:
унитарное полиграфическое предприятие
«Витебская областная типография».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 2/19 от 26.11.2013.
Ул. Щербакова-Набережная, 4, 210015, г. Витебск

ISBN 2078-0109



9 772078 010007