

ISSN 2078-0109

Ученые Записки



Том 59
Выпуск 1
2023 г.

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

Учредители

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии,
фармакологии и терапии»

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

**Том 59, выпуск 1
(январь – март) 2023 г.**

Редакционная коллегия:

Гавриченко Н.И. – доктор сельскохозяйственных наук, доцент (главный редактор);
Ятусевич А.И. – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН (зам. главного редактора);
Горлова О.С. – кандидат ветеринарных наук, доцент, ученый секретарь (ответственный секретарь);

Бабина М.П. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Белко А.А. – кандидат ветеринарных наук, доцент;
Белова Л.М. – доктор биологических наук, профессор;
Бычкова Е.И. – доктор биологических наук, профессор;
Герасимчик В.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Гнедов А.А. – доктор технических наук, профессор;
Громов И.Н. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Карпеня М.М. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Ковалёнок Ю.К. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Котарев В.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Красочко П.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Кузьмич Р.Г. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Лысенко А.П. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Малашко В.В. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Мотузко Н.С. – кандидат биологических наук, доцент;
Павлова Т.В. – кандидат биологических наук, доцент;
Паршин П.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Прищепа И.М. – доктор биологических наук, профессор;
Субботин А.М. – доктор биологических наук, профессор;
Холод В.М. – доктор биологических наук, профессор;
Шабунин С.В. – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН;
Шахов А.Г. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Юнусов Х.Б. – доктор биологических наук, профессор;
Ятусевич И.А. – 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, личный идентификатор ORCID 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.

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 в научный отдел УО ВГАВМ (olg92439442@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. **Редакционный совет 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 000-0001-6477-6156,
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 свинных 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 [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 [et al.] // Bulletin of veterinary pharmacology. – 2020. – № 2 (11). – P. 143–156.

E.mail: Olga12@mail.ru.

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

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-4-9
УДК 591.493:599.735:636.3

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ЧЕРЕПА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МЕЛКИХ КОПЫТНЫХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

*Беляев Д.А., *Любченко Е.Н., *Короткова И.П., *Камлия И.Л., *Жилин Р.А., *Капралов Д.В., *Кожушко А.А.,
**Красочко П.А. ORCID 0000-0002-4641-4757

*ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Уссурийск, Российская Федерация

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

Приведены результаты сравнительного изучения анатомо-топографических особенностей черепа водного оленя с другими мелкими копытными Приморского края. Установлено, что морфологические признаки черепа водного оленя наиболее отчетливо проявлялись в области мозгового отдела и зубочелюстного аппарата. Это объясняется особенностями образа жизни животного и способом добывания пищи. Установленные анатомические особенности в строении костей черепа мелких копытных Приморского края позволят дифференцировать видовую принадлежность животного по останкам головы, способствуя качественному проведению судебно-биологических экспертиз, а также окажет помощь специалистам охотничьего надзора в установлении охотничьего вида копытных. **Ключевые слова:** черепа, парнокопытные, водной олень, морфология, кости.

COMPARATIVE MORPHOLOGY OF THE SKULL IN SOME SPECIES OF SMALL UNGULATES OF THE PRIMORSKY KRAI

Belyaev D.A., Lyubchenko E.N., Korotkova I.P., Kamliya I.L., Zhilin R.A., Kapralov D.V.,
Kozhushko A.A., Krasochko P.A.

FSBEI of HE "Primorsky State Agricultural Academy", Ussuriysk, Russian Federation
EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, Republic of Belarus

The results of a comparative study present the anatomical and topographic features of the skull in a water deer as compared with other small ungulates of the Primorsky Krai. It was found that the morphological characteristics of the skull of a water deer were most clearly manifested in the area of the brain and the dentofacial apparatus. This is explained by the peculiarities of the animal's lifestyle and the way of obtaining food. The established anatomical features in the structure of the skull bones of small ungulates of the Primorsky Krai will allow differentiating the species of the animal by the remains of the head, contributing to the qualitative conduct of forensic biological examinations, and will also assist hunting supervision specialists in establishing the hunting type of ungulates. **Keywords:** skulls, artiodactyls, water deer, morphology, bones.

Введение. На юге Приморского края Российской Федерации в 2019 году обнаружен новый вид копытных для фауны России - водной олень (*Hydropotes inermis*) [1, 2, 7]. Позднее была получена информация о находках водного оленя на юго-западе края в Михайловском районе и Уссурийском городском округе, севернее первичного места находки [1, 7]. В целях изучения современного ареала обитания водного оленя необходимо понимать его морфологические особенности, форму следа [7], продукты жизнедеятельности. Водяные олени и кабарга отличаются от других копытных Приморского края наличием клыков, но практика показывает, что часто черепа этих животных обнаруживают с обломанными клыками, поломанными костями роstralной части черепа, и установить принадлежность затруднительно. В южной части Приморского края хорошо развито животноводство, обширные луга и пастбища позволяют содержать крупный и мелкий рогатый скот, в том числе овец и коз, что является причиной находок в лесном массиве костных останков этих животных. На данной территории обитают пятнистые олени, косули, кабарга, ареалы обитания копытных часто пересекаются, они используют одни и те же пастбища и водоемы.

Водной олень *Hydropotes inermis* (Swinhoe, 1870) – один из самых примитивных представителей семейства Оленьи (*Cervidae*). Когда-то был широко распространен в Китае и Корее, на севере достигая китайской провинции Ляонин [10]. В настоящее время китайский подвид *H. inermis inermis* вид сохранился только в долине реки Янцзы, корейский же подвид *H. i. argyropus* широко распространен на Корейском полуострове, часто являясь даже серьезным сельскохозяйственным вредителем. Водной олень был также акклиматизирован во Франции и Великобритании [9 10]. Животное имеет небольшие размеры, кургузое туловище с маленькой вытянутой головой, короткой шеей, большими ушами, рога отсутствуют, хвост короткий. Грудные конечности водного оленя короче тазовых. Из-

под верхней губы оленя выступают саблевидно изогнутые клыки белого цвета. Копытца легко раздвигаются в стороны, до запястного и заплюсневых суставов подвижные, имеют вытянутую треугольную форму с заостренными краями и вогнутой внутренней поверхностью черного цвета. Между копытцами имеется неширокая, до 1,0 см кожистая перепонка светло-серого цвета. Череп водяного оленя был еще описан в XIX веке [11]. Морфометрические параметры внутренних органов водяного оленя описаны Любченко и др. [4]. Тем не менее сейчас имеется необходимость сравнить череп водяного оленя с черепами других мелких копытных, обитающих на юге Дальнего Востока России (прежде всего, кабарги и сибирской косули, а также мелкого рогатого скота), чтобы облегчить охотоведам, госинспекторам, охотникам, туристам идентификацию костных останков этого копытного. Это позволит получить точную информацию заинтересованным научным организациям для уточнения ареала водяного оленя в Приморском крае.

Кабарга (*Moschus moschiferus*) - небольшое парнокопытное оленевидное животное, представитель семейства Кабарговые (*Moschidae*). Рогов нет как у самцов, так и у самок. Заметно выделяется большая задняя часть, а передние ноги укорочены. У самцов в верхней челюсти имеются острые саблевидные клыки, выдающиеся из-под верхней губы на 6-8 см [3, 5].

Сибирская косуля (*Capreolus pygargus*)- парнокопытное животное семейства Оленьи (*Cervidae*), восточный аллоид надвида «*capreolus*». Отличается заметно большими размерами тела и рогов, чем европейская косуля *Capreolus capreolus*. Череп сравнительно узкий в глазной области, с удлинённой лицевой частью. Слуховые пузыри на черепе крупные и заметно выступают из барабанной ямки. Рога расставлены шире, сильно бугристые, иногда с короткими дополнительными отростками [6].

Коза домашняя (*Capra (aegagrus) hircus*) – одомашненная форма гибридного происхождения из рода Козлы семейства Полорогие (*Bovidae*). Основной предок – безоаровый козел, на этом основании обычно объединяется с ним в один вид. Экстерьерные показатели, как у большинства домашних животных, сильно варьируют в зависимости от породы. Рога при основании сжатые с боков, загнуты назад и усажены спереди поперечными валиками [5].

Овца домашняя (*Ovis (orientalis) aries*) — парнокопытное млекопитающее из рода баранов, семейства Полорогие (*Bovidae*). Является одомашненной формой азиатского муфлона, поэтому часто объединяется с ним в один вид [5]. В строении черепа домашние овцы отличаются от своих диких сородичей более узкими глазницами и меньшим размером мозга. Морда в нижней части заостренная, имеет прямой или иногда горбоносый профиль, почти полностью (за исключением губ и краёв ноздрей) покрыта тонкой шерстью. Губы тонкие и очень подвижные. Как и у других представителей рода баранов, у домашней овцы на лицевой поверхности слезных костей, под внутренним углом глазных впадин, находятся «слезные ямки» - углубления кожи, богатые потовыми сальными железами. Как правило, у овец хорошо развиты рога, но у некоторых пород их может и не быть вовсе или они имеются только у самцов [8]. Ноги сильные, хорошо приспособлены для дальних переходов по гористой местности.

В настоящее время возникает необходимость идентификации найденных костных останков и дериватов мелких копытных по морфологическим признакам для установления видовой принадлежности.

Целью наших исследований является выявление сравнительных анатомо-топографических особенностей черепа водного оленя с другими мелкими копытными Приморского края.

Материалы и методы исследований.

Материалом исследований служили черепа различных видов оленей (водяной олень, косуля, кабарга) и мелкого рогатого скота (овцы, козы) (рисунок 1).



Рисунок - 1 Черепа различных видов оленей

(1 - кабарга, 2 - водяной олень, 3 - косуля, 4 - овца, 5 - коза)

Головы животных подготавливали методом мацерации и вываривания. Тщательно удаляли мягкие ткани и проводили сравнительный анализ анатомо-топографических признаков. Нами сознательно не проводилось измерение черепов, ввиду отсутствия выборки по водяному оленю и уделения внимания именно отличительным морфологическим признакам.

Результаты исследований.

В процессе изучения и сравнительного анализа черепа водяного оленя и отдельных костей в его составе, в сравнении с другими видами парнокопытных, при проведении морфометрических исследований были получены следующие результаты:

1. Теменная кость (*os parietale*) черепа водяного оленя узкая, с узким основанием, с волнообразным швом примыкающих к ней костей. Эта особенность отличает череп указанного вида от других видов парнокопытных (косуля, кабарга, баран), у которых данная кость широкая. У водяного оленя она не имеет отверстий, как и у кабарги и домашнего мелкого рогатого скота, отличаясь по данной особенности только от косули, у которой теменная кость имеет группу отверстий разного диаметра (рисунок 2).

2. Межтеменная кость (*os interparietale*) водяного оленя, а также и кабарги, и косули ровная, в то время как у домашнего мелкого рогатого скота имеет шероховатую поверхность.

3. У водяного оленя лобная кость (*os frontale*) выраженная, глубокая, вытянутой каплевидной формы, с небольшими фронтальными отверстиями (рисунок 1). Надглазничные гребни отсутствуют, а в продолговатом желобе имеется надглазничное отверстие. Желобоватая форма кости характерна для косули, менее – для барана. У кабарги и козла желоба нет. Фронтальное отверстие разной степени выраженности.

Характерным признаком водяного оленя является надглазничное отверстие в продолговатом желобе, а также отсутствие надглазничных гребней [11].

Еще одной характерной особенностью черепа водяного оленя является полное отсутствие роговых отростков лобных костей у обоих полов (рисунок 3). У косули в отдельных случаях самки могут иметь один, два или несколько уродливых рогов [11]. Отсутствие рогов у водяного оленя хорошо соотносится и со строением лобно-теменного шва. У оленей, имеющих рога (в том числе, у косули), лобная кость с боков как бы обхватывает теменную кость. Именно из этого места лобной кости отрастают рога. У водяного же оленя, напротив, теменная кость с боков обхватывает лобную [11]. Это является хорошим диагностическим признаком в том случае, если на черепе отсутствует лицевая часть.

4. Чешуя височной кости у водяного оленя округлая, слабовыраженная, как и у кабарги. У косули и мелкого рогатого скота чешуя височной кости выражена хорошо.

5. Костный барабанный пузырь черепа водяного оленя округлый с ямкой в вентральной части (рисунок 3). У косули, кабарги и козла – пузырь овальный, у барана – квадратный. Крупные, округлой формы, костные барабанные пузыри также являются характерным отличительным признаком этого копытного [11].



Рисунок 2 - Надглазничные отверстия в продолговатом желобе верхней челюсти:

1 - кабарга, 2 - водяной олень,
3 - косуля



Рисунок 3 - Костные барабанные пузыри округлой формы у водяного оленя

6. Резцовая кость (*os incisivum*) у водяного оленя отличается наличием отверстий клыков, что характерно и для самцов, и для самок. Резцовая вырезка не выражена. Отверстия клыков отмечаются и у кабарги, но только у самцов. Этих образований нет у косули и мелкого рогатого скота. У данных видов выражена резцовая вырезка. Крупные альвеолы клыков, которые имеют гораздо больший диаметр, чем корень клыка, что также является характерным признаком для черепа водяного оленя [11].

7. Сошник (vomer) черепа водяного оленя на уровне клиновидной кости слабовыраженный. Похожее строение отмечается и у кабарги. У косули и мелкого рогатого скота отличается гребневидным строением с неровным дистальным краем.

8. Глазница (orbita) у водяного оленя квадратной формы, края ровные. У косули – отверстие глазницы округлое, с вытянутым верхним сводом, нижний край заострен, а по переднему краю имеется отросток заостренной клиновидной формы. Отверстие глазницы у кабарги округлое, края острые, верхний и задний свод бахромчатые, передний край неровный. У овцы отверстие глазницы отличается округлой формой, с бахромчатым краем заднего свода, при этом передний свод имеет вырост слезной кости, а у козла оно округлое, с ровными краями (рисунок 4).

9. Наружный сагиттальный гребень (crista sagittalis externa) у водяного оленя ровный и узкий. У косули он широкий и ажурный, зигзагообразный, приподнятый, повышенной извитости. У кабарги – зигзагообразный, неярко выражен. У мелкого рогатого скота наружный сагиттальный гребень зигзагообразный.

10. Слезная кость (os lacrimale).

У водяного оленя слезная ямка ограничена слезной костью. Есть два слезных канала: первый направлен каудально, а второй направленно латерально треугольной формы с закругленным краем (рисунок 5). Имеется этмоидальная ямка, как у всех оленьих [5, 11].



Рисунок 4 – Форма глазничного отверстия у мелких копытных:

1 - кабарга, 2 - водяной олень,
3 - косуля, 4 - овца, 5 - коза



Рисунок 5 – Череп водяного оленя (без нижней челюсти)

У косули имеется этмоидальная ямка треугольной формы (признак семейства Оленьи [5]). Глазничный край с вырезкой и двумя отверстиями слезного канала направлены латерально.

У кабарги глазничный край с едва заметной вырезкой, отверстие слезного канала находится внутри глазничного отверстия, и оно одно (признак семейства Кабарговые).

У козы и овцы слезная кость удлиненной овальной формы, нет этмоидального отверстия, слезный канал находится внутри глазничной впадины, и оно одно.

11. Носовая кость (os nasale) у водяного оленя одинаковой длины, ростральный конец невытянутый. У косули же ростральный конец раздвоен, носовая кость парная, а у кабарги – медиальная сторона рострального конца длиннее латеральной.

12. Крылья крыловидного отростка клиновидной кости (processus pterygoidei os sphenoidale) водяного оленя направлены медиально, концы направлены вовнутрь, как и у косули. У кабарги крылья крыловидного отростка клиновидной кости направлены наружу, у овцы крылья направлены латерально под углом 45 градусов и перпендикулярно оси черепа.

13. Нижняя челюсть (mandibula) у изученных видов характеризуется следующими характерными чертами: водяной олень – в области сочленения правой и левой ветвей узкая, длинная, с неровным швом симфиза с маленьким отверстием каудальнее него (рисунок 6); у кабарги место сочленения широкое, шов симфиза ровный, на проксимальном участке отмечается ямка, в боковой части два разноразмерных отверстия; косуля – сочленение симфиза широкое с широким подбородочным отверстием.

Череп водяного оленя от черепа кабарги довольно легко отличается по общему облику, поскольку у последней он состоит из довольно тонких костей и выглядит очень хрупким. Также он отличается одинарным слезным каналом, как у полорогих [5]. Кроме того, водяной олень (а также сибирская косуля) и кабарга обитают в совершенно различных биотопах – кабарга предпочитает темные хвойные леса из кедра, пихты и ели в средней и верхней части сопки на высоте 650-800 м н.у.м. [3, 4]. Сибирская косуля в Приморье предпочитает, наоборот, низкорослые формы рельефа, лиственные

леса с богатым травяным и кустарниковым покровом. Наиболее предпочитаемые косулей станции в этом регионе – леспедецево-лещинные дубняки рядом с сельскохозяйственными полями, разнотравными лугами, молодняки на гарях [2]. Схожие биотопы населяет и водяной олень на Корейском полуострове, а также в Приморье [2, 4, 9, 10]. Однако не исключен перенос костных остатков, в том числе и черепа, этих копытных хищниками, падальщиками или человеком в несвойственные данным видам места обитания.



Рисунок 6 – Нижняя челюсть водяного оленя

Черепы всех представителей семейства Олени (в том числе и водяного оленя) имеют двойной слезный канал, в отличие от представителей семейства Полорогие (мелкий рогатый скот). Кроме того, козы и овцы имеют коренные зубы с высокими коронками, чем отличаются от оленей и кабарги, имеющих низкие коронки коренных зубов [5].

Характерными признаками черепа водяного оленя являются: полное отсутствие роговых отростков лобных костей у обоих полов; теменная кость с узким основанием, с боков обхватывает лобную и соединяется с рядом расположенными костями волнообразным швом; наличие надглазничного отверстия в продолговатом желобе и отсутствие надглазничных гребней; крупные, округлой формы, костные барабанные пузыри; квадратная форма и ровные края глазниц; наличием отверстий клыков, что характерно как для самцов, так и самок.

К наиболее отчетливым признакам строения черепа можно отнести форму и состояние краев глазниц, наличие или отсутствие отверстий для клыков, межкостные швы теменной кости, отсутствие или наличие роговых отростков, форму костных барабанных пузырей и строение нижней челюсти.

Заключение. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что морфологические признаки черепа водяного оленя наиболее отчетливо проявлялись в области мозгового отдела и зубочелюстного аппарата. Это объясняется особенностями образа жизни животного и способом добывания пищи. Установленные анатомические особенности в строении костей черепа мелких копытных Приморского края позволят дифференцировать видовую принадлежность животного по останкам головы, способствуя качественному проведению судебно-биологических экспертиз, а также окажут помощь специалистам охотничьего надзора в установлении охотничьего вида копытных.

Conclusion. The conducted studies allow us to conclude that the morphological features of the skull of a water deer were most clearly manifested in the area of the brain and the dentofacial apparatus. This is explained by the peculiarities of the animal's lifestyle and the way of obtaining food. The established anatomical features in the structure of the skull bones of small ungulates of the Primorsky Krai will allow differentiating the species of the animal by the head remains, contributing to the qualitative forensic biological examinations, and will also assist hunting surveillance specialists in establishing the hunting type of ungulates.

Список литературы. 1. Две новые встречи водяного оленя *Hydropotes inermis* в окрестностях города Уссурийск (Приморский край) / Д. А.Беляев [и др.] // Вестник ИргСХА. – 2021. – № 2 (103). – С. 64-73. 2. Дарман,

Ю. А. *Hydropotes inermis* (Cervidae) – новый вид для фауны России из Национального парка «Земля леопарда» (Россия) / Ю. А. Дарман, В. Б. Сторожук, Г. А. Седаш // *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. - 2019. - Т. 4. Вып. 3. - С. 127–129. 3. Зайцев, В. А. Кабарга: экология, динамика численности, перспективы сохранения / В. А. Зайцев. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2006. – 120 с. 4. Матюшкин, Е. Н. О взаимоотношениях харзы (*Martes flavigula* Bodgaert) и кабарги (*Moschus moschiferus* L.) в Среднем Сихотэ-Алине и история формирования их биоценологической связи / Е. Н. Матюшкин // *Териология*. – Новосибирск: Наука, 1974. – Т. 2. – С. 227–252. 5. Павлинов, И. Я. *Звери России: справочник-определитель*. Ч.2. Хищные, Непарнокопытные, Парнокопытные, Китообразные, Сирены. / И. Я. Павлинов. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2019. – С. 341–702. 6. Тимофеева, Е. К. Косуля / Е. К. Тимофеева. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. – 224 с. 7. Belyaev, D. A. Northernmost finding and further information on water deer *Hydropotes inermis* in Primorskiy Krai, Russia / D. A. Belyaev, Y. Jo // *Mammalia*. – 2021. – Vol.85, Issue 1. – P. 71–73. 8. Ensminger, M. E. *Sheep and Goat Science, Fifth Edition*. Danville, Illinois / M. E. Ensminger, R. O. Parker. – The Interstate Printers and Publishers, 1986. Inc. 9. Eom, T. K. Ecological factors influencing winter field sign abundance of Korean water deer *Hydropotes inermis argyropus* in a temperate forest in South Korea / T. K. Eom [et al] // *Folia Zoologica*. - 2018. - Vol. 67(3–4). – P. 173–178. 10. Jo, Y. S. *Mammals of Korea* / Y. S. Jo, J. T. Baccus, J. L. Koprowski. – Incheon, 2018. – 573 p. 11. Schilling, A.-M. The (sleeping) Beauty in the Beast – a review on the water deer, *Hydropotes inermis* / A.-M., Rössner G.E. *Hystrix. It.J.Mamm.* – Schilling, 2017. – No.28 (2). – P. 121–133.

References. 1. Dve novye vstrechi vodyanogo olenya *Hydropotes inermis* v okrestnostyah goroda Ussurijsk (Primorskiy kraj) / D. A. Belyaev [i dr.] // *Vestnik IrGSKHA*. – 2021. – № 2 (103). – С. 64–73. 2. Darman, YU. A. *Hydropotes inermis* (Cervidae) – novyj vid dlya fauny Rossii iz Nacional'nogo parka «Zemlya leoparda» (Rossiya) / YU. A. Darman, V. B. Storozhuk, G. A. Sedash // *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka*. - 2019. - Т. 4. Vyp. 3. - С. 127–129. 3. Zajcev, V. A. *Kabarga: ekologiya, dinamika chislennosti, perspektivy sohraneniya* / V. A. Zajcev. – М.: Izd-vo Centra ohrany dikoj prirody, 2006. – 120 s. 4. Matyushkin, E. N. O vzaimootnosheniyah harzy (*Martes flavigula* Bodgaert) i kabargi (*Moschus moschiferus* L.) v Srednem Sihote-Aline i istoriya formirovaniya ih biocenoticheskoy svyazi / E. N. Matyushkin // *Teriologiya*. –Novosibirsk: Nauka, 1974. – Т. 2. – С. 227–252. 5. Pavlinov, I. YA. *Zveri Rossii: spravochnik-opredelitel*. CH.2. Hishchnye, Neparnokopytnye, Parnokopytnye, Kitoobraznye, Sireny. / I. YA. Pavlinov. – М.: Т-во nauchnyh izdaniy KMK, 2019. – С. 341–702. 6. Timofeeva, E. K. Kosulya / E. K. Timofeeva. – L.: Izd-vo Leningr. un-ta, 1985. - 224 s. 7. Belyaev, D. A. Northernmost finding and further information on water deer *Hydropotes inermis* in Primorskiy Krai, Russia / D. A. Belyaev, Y. Jo // *Mammalia*. – 2021. – Vol.85, Issue 1. – P. 71–73. 8. Ensminger, M. E. *Sheep and Goat Science, Fifth Edition*. Danville, Illinois / M. E. Ensminger, R. O. Parker. – The Interstate Printers and Publishers, 1986. Inc. 9. Eom, T. K. Ecological factors influencing winter field sign abundance of Korean water deer *Hydropotes inermis argyropus* in a temperate forest in South Korea / T. K. Eom [et al] // *Folia Zoologica*. - 2018. - Vol. 67(3–4). – P. 173–178. 10. Jo, Y. S. *Mammals of Korea* / Y. S. Jo, J. T. Baccus, J. L. Koprowski. – Incheon, 2018. – 573 p. 11. Schilling, A.-M. The (sleeping) Beauty in the Beast – a review on the water deer, *Hydropotes inermis* / A.-M., Rössner G.E. *Hystrix. It.J.Mamm.* – Schilling, 2017. – No.28 (2). – P. 121–133.

Поступила в редакцию 15.07.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-9-14

УДК 611.441:599.735.34

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНАХ ЯГНЯТ ПРИ СМЕШАННОЙ ИНВАЗИИ СТРОНГИЛОИДЕСОВ, СТРОНГИЛЯТ, ТРИХОЦЕФАЛУСОВ, ЭЙМЕРИЙ

Журов Д.О. ORCID ID 0000-0003-1438-4183, Корчик М.Ф., Раимов Н.Б., Горлова О.С.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье установлено, что при патологоанатомическом исследовании трупов ягнят, экспериментально зараженных смешанной инвазией стронгилоидесов, стронгилят, трихоцефалусов и эймерий, характерно поражение желудочно-кишечного тракта, легких, регионарных лимфоузлов, печени, почек, миокарда. Гистологическим исследованием установлено наличие обширных эозинофильных пролифератов в паренхиме печени и миокарда. **Ключевые слова:** ягнята, морфология, стронгилоидесы, стронгилята, трихоцефалусы, эймерии, дистрофия, воспаление.

PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE BODIES OF LAMBS AT MIXED INVASION OF STRONGYLOIDES, STRONGYLATES, TRICHOCEPHALUS, EIMERIA

Zhurov D.O., Korchyk M.F., Raimov N.B., Horlova O.S.
EE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus

The article found that the pathoanatomical study of the corpses of lambs experimentally infected with a mixed invasion of strongyloides, strongylates, trichocephalus and eimeria is characterized by lesions of the gastrointestinal tract, lungs, regional lymph nodes, liver, kidneys, myocardium. Histological examination revealed the presence of extensive eosinophilic proliferates in the parenchyma of the liver and myocardium. **Keywords:** lambs, morphology, strongyloides, strongylata, trichocephalus, eimeria, dystrophy, inflammation.

Введение. В Республике Беларусь агропромышленный комплекс представлен преимущественно основными отраслями животноводства: скотоводством, свиноводством и птицеводством. Получение молока класса экстра, качественного мяса и других продуктов питания является одной из важных задач. Несмотря на высокую технологичность животноводческих отраслей, продуктивность животных не всегда достаточно высокая. Одной из причин снижения продуктивности животных является широкое распространение паразитарных болезней, среди которых смешанные инвазии стронгилоидесов, стронгилят, трихоцефалюсов, эймерий, которые наносят большой экономический ущерб. Ущерб складывается из падежа (особенно в острый период течения инвазии), потерь прироста живой массы (до 10%), молока (до 20%) шерсти (до 30%), утилизации печени (до 20-40%)[1, 2].

Цель исследований – установить патоморфологические изменения в организме ягнят при экспериментальном заражении смешанной инвазией стронгилоидесов, стронгилят, трихоцефалюсов и эймерий.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в условиях клиники кафедры паразитологии инвазионных болезней. Животных, подобранных по принципу условных аналогов, разделили на 3 группы по 10 особей в каждой. Животные 1 и 2 групп были заражены смешанной инвазией стронгилоидесов, стронгилят, трихоцефалюсов и эймерий. При этом ягнятам данных групп назначались препараты «Вахтоцид» и «Мениант» согласно инструкции по применению [3]. Животные 3 группы являлись контролем, препарат им не задавался.

Убой животных осуществляли в секционном зале кафедры патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ. При вскрытии трупов животных пользовались общепринятыми схемами описания органов [4, 5].

Для дальнейшего проведения гистологического исследования были отобраны кусочки тонкого и толстого отделов кишечника, легких, печени, почек и миокарда и зафиксированы в 10% растворе нейтрального формалина. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [6]. Обезвоживание и парафинирование кусочков органов проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC 350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили на роторном (маятниковом) микротоме «MICROM HM 340 E». Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70». Для изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином [7, 8]. Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6». Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программы «ScopePhoto».

Результаты исследований. При внешнем осмотре трупы животных контрольной группы были истощены, видимые слизистые оболочки и кожа были светло-серого цвета. В коже наблюдались алопеции и поверхностные дефекты красного цвета с неровными краями, а также очаги желтого цвета с западением в центре из-за подсыхания экссудата (пустулезно-гнойный дерматит). Вышеуказанные патологические изменения имели продолжение в нижележащих тканях при вскрытии трупов животных. В коже, подкожной клетчатке и мышцах отмечали точечные и полосчатые очаги, имеющие четкие границы, красного цвета, не бледнеющие при надавливании. Подкожная клетчатка в области подгрудка, грудных конечностей и спины набухшая, тестоватой консистенции, бледно окрашена, поверхность разреза влажная, блестящая, при надавливании с нее стекает полупрозрачная жидкость.

Стенка тонкого кишечника утолщена, слизистая оболочка собрана в складки, красного цвета, с поверхности стекает серая слизь. На отдельных участках регистрировали четко отграниченные очаги красного цвета, которые не исчезали при надавливании на них. В некоторых случаях на слизистой оболочке тонкого кишечника наблюдались поверхностные и глубокие дефекты красного цвета с неровными краями.

Стенка толстого отдела кишечника также была утолщена, ее слизистая оболочка собиралась в грубые, нерасправляющиеся складки, красного цвета, в просвете кишечника содержалась мутная слизь грязно-серого цвета. На поверхности слизистой оболочки слепой и ободочной кишок наблюдали четко отграниченные очаги красного цвета, слегка возвышающиеся над поверхностью слизистой оболочки, при надавливании на которые не бледнеют.

Брыжеечные, трахеобронхиальные и средостенные лимфатические узлы были увеличены в размере, форма не изменена, консистенция незначительно уплотнена, серо-красного цвета, рисунок узелкового строения выражен нечетко, влажные на разрезе.

При аутопсии трупов в грудной полости отмечалось скопление незначительного количества мутноватой серозной жидкости (экссудата). Плевра утолщена, красного цвета, шероховатая, матовая, без блеска и наложений, с точечными кровоизлияниями.

Легкие были не спавшиеся, форма их не изменена, поверхность слегка бугристая, консистенция уплотнена, красного цвета, рисунок дольчатого строения стерт, из бронхов выдавливалась слизь

серого цвета, в воде кусочки пораженных легких тонули. С поверхности под капсулой наблюдали очаги точечных кровоизлияний.

Сердце округлено, правый желудочек нависает над венечной бороздой. Полости правого желудочка и предсердия переполнены рыхло свернувшейся темно-красной кровью. Соотношение толщины стенок правого и левого желудочков – 1:4,5. Миокард был в состоянии зернистой дистрофии – набухший, дряблой консистенции, серого цвета, напоминал ошпаренное кипятком мясо.

Зернистая дистрофия также наблюдалась в печени и почках. Печень при этом была увеличена в размере, форма не изменена, консистенция дряблая, серо-коричневого цвета, рисунок дольчатого строения сглажен, на разрезе суховатая. Почки увеличены в размере, форма не изменена, консистенция дряблая, цвет серый, граница между корковым и мозговым веществом сглажена, на разрезе суховатые.

При проведении гистологического исследования установлено, что в кишечнике отмечается незначительная десквамация эпителия. Бокаловидные клетки находятся в состоянии гиперсекреции – они принимают округло-шаровидную форму с переполнением их слизью розового цвета, которая выходит в просвет крипты и на поверхность слизистой оболочки. Кровеносные сосуды в состоянии воспалительной гиперемии – просвет их расширен, стенки истончены (рисунки 1, 2). Очаги кровоизлияний окрашены в желто-оранжевый цвет, различной формы.

При гистологическом исследовании легких отмечалось окрашивание паренхимы органа в розовый цвет из-за большого скопления катарального экссудата. В просвете альвеол содержится много десквамированного эпителия. Альвеолярное строение выражено нечетко. В очагах альвеолярной эмфиземы альвеолы расширены, альвеолярные стенки истончены, наблюдались крупные пустоты разорванной альвеолярной ткани легких. В легких также наблюдалась значительная инфильтрация паренхимы органа разнообразными клеточными элементами – лимфоцитами, макрофагами, единичными нейтрофилами, эозинофилами. Просветы бронхов были переполнены экссудатом розового цвета. В нем находились единичные вышеуказанные клеточные элементы (рисунки 3, 4).

В цитоплазме клеток почек, печени и миокарда выявляли белковые зернистые компоненты, ядра клеток были не изменены, а в редких случаях – в состоянии пикноза (рисунки 5, 6). В паренхиме печени (рисунки 7, 8) и миокарда наблюдались обширные эозинофильные инфильтраты.

Патологоанатомический диагноз экспериментального ассоциативного течения стронгилоидоза, стронгилятоза, трихоцефалеза и эймериоза у ягнят:

1. Острый катаральный энтероколит (у 3-х), в отдельных случаях – эрозивно-язвенный энтерит (у 1-го).
2. Серозное воспаление брыжеечных, бронхиальных, средостенных лимфоузлов (у всех).
3. Пустулезно-гнойный, язвенный дерматит, расчесы кожи (у 2-х).
4. Серозный отек подкожной клетчатки (у 3-х).
5. Кровоизлияния в коже, подкожной клетчатке, мышцах, слизистых оболочках кишечника, легких, под плеврой (у всех).
6. Острая катаральная бронхопневмония (у 2-х).
7. Серозный плеврит (у 2-х).
8. Зернистая дистрофия печени, почек, миокарда (у всех).
9. Острое расширение и переполнение кровью правой половины сердца. Общая венозная гиперемия (у 2-х).
10. Истощение, общая анемия (у 2-х).

При внешнем осмотре трупов ягнят 1 и 2 групп, которым назначались препараты «Вахтоцид» и «Мениант», макроскопических изменений не отмечалось: они были нормотрофиками, видимые слизистые оболочки серо-розового цвета, без наложений и повреждений. Кожа без патологических изменений и дефектов.

При аутопсии трупов стенка тонкого и толстого кишечника была не утолщена, слизистая оболочка собрана в легко расправляющиеся складки, серого цвета, гладкая, влажная, блестящая.

Легкие были не спавшиеся, форма не изменена, цвет розовый, консистенция упругая, рисунок сохранен, кусочки в воде плавают, погружившись на треть. Плевра гладкая, влажная, блестящая, полупрозрачная, без наложений.

Регионарные лимфоузлы были не увеличены в размере, форма не изменена, серого цвета, упругой консистенции, рисунок лимфоидного строения на разрезе сохранен или выражен нечетко.

Миокард не утолщен, розового цвета, упругий, волокнистое строение сохранено. Печень не увеличена в размере, форма не изменена, коричневого цвета, упругой консистенции, рисунок дольчатого строения сохранен. Почки не увеличены в размере, форма не изменена, коричневого цвета, упругие, граница между корковым и мозговым веществом сохранена.

При микроскопическом исследовании органов от животных данных групп установлена гистологическая норма.

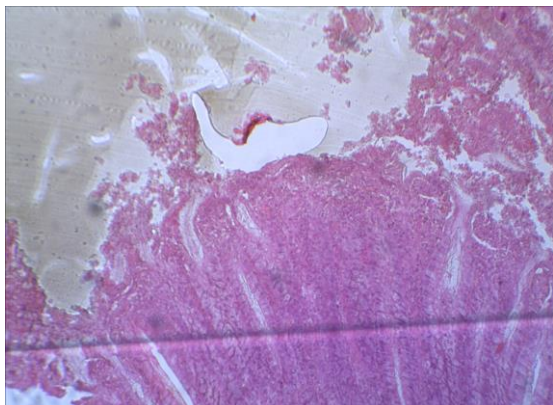


Рисунок 1 – Микрофото. Катаральное воспаление тонкого отдела кишечника ягненка, десквамация эпителия. Контрольная группа животных. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: $\times 10$

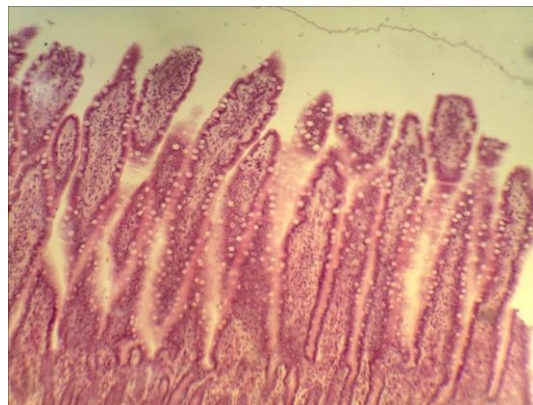


Рисунок 2 – Микрофото. Тонкий отдел кишечника ягненка в состоянии гистологической нормы. Контрольная группа животных. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: $\times 10$

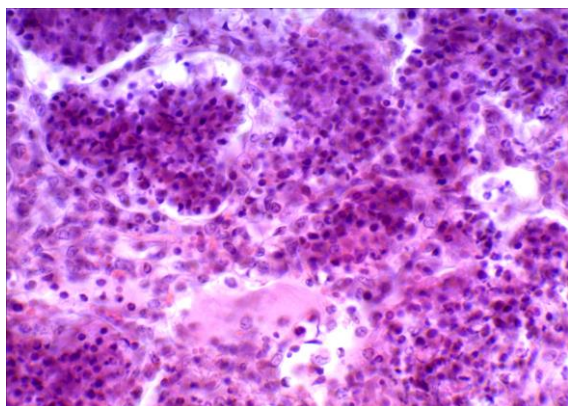


Рисунок 3 – Микрофото. Острая катаральная пневмония у ягненка контрольной группы. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: $\times 40$

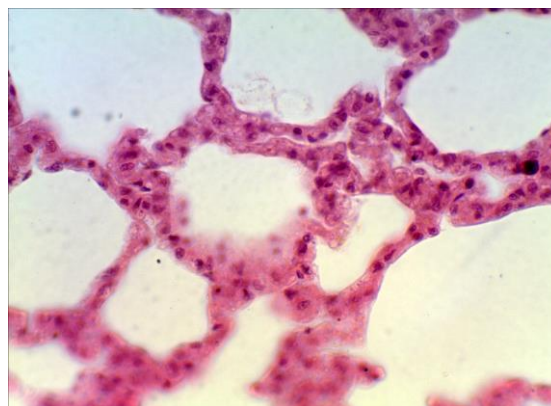


Рисунок 4 – Микрофото. Легкие ягненка без патологических изменений. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: $\times 40$

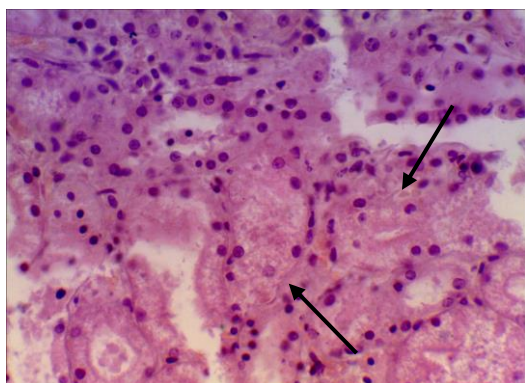


Рисунок 5 – Микрофото. Зернистая дистрофия почки ягненка контрольной группы. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: $\times 40$

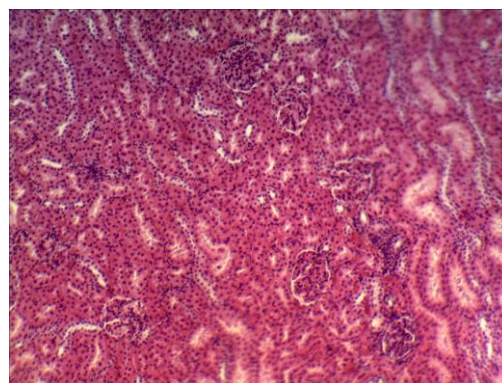


Рисунок 6 – Микрофото. Почки ягненка из группы, получавшего мениант, в состоянии гистологической нормы. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: $\times 10$

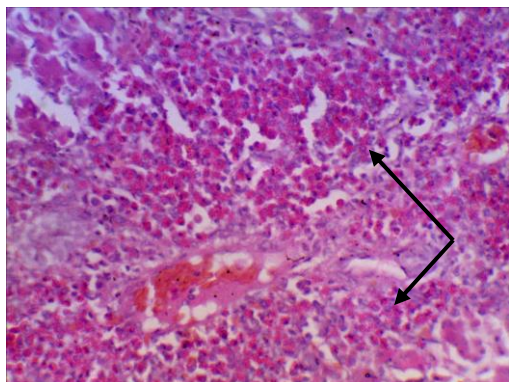


Рисунок 7 – Микрофото. Обширный эозинофильный пролиферат в паренхиме печени ягненка контрольной группы. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: × 10

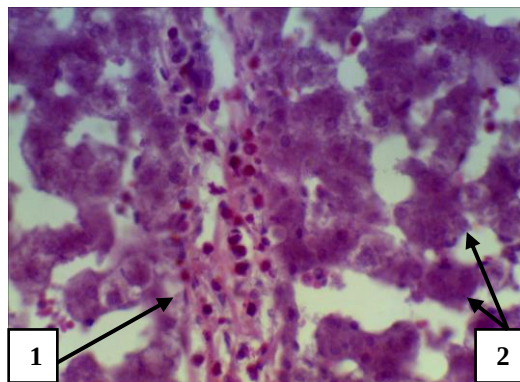


Рисунок 8 – Микрофото. Скопление эозинофилов печени (1), зернистая дистрофия гепатоцитов (2). Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: × 40

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что при патологоанатомическом исследовании трупов ягнят, зараженных смешанной инвазией стронгилоидесов, стронгилят, трихоцефалюсов и эймерий, характерно поражение желудочно-кишечного тракта (острое катаральное и эрозивно-язвенное воспаление кишечника, кровоизлияния в слизистую оболочку), легких (острая катаральная пневмония, плеврит), серозное воспаление регионарных лимфоузлов, зернистая дистрофия печени, почек, миокарда, дерматит. Гистологическим исследованием установлено наличие обширных эозинофильных пролифератов в паренхиме печени и миокарда.

В опытных группах животных, где применяли препараты «Вахтодиц» и «Мениант», патологоанатомических изменений при диагностическом убое животных не установлено.

Conclusion. As a result of the research, it was found that during the pathoanatomical examination of the corpses of lambs experimentally infected with a mixed invasion of strongyloides, strongylates, trichocephalus and eimeria, it is characterized by damage to the gastrointestinal tract (acute catarrhal and erosive and ulcerative inflammation of the intestine, hemorrhages in the mucous membrane), lungs (acute catarrhal pneumonia, pleurisy), serous inflammation of regional lymph nodes, granular dystrophy of the liver, kidneys, myocardium, dermatitis. Histological examination revealed the presence of extensive eosinophilic proliferates in the parenchyma of the liver and myocardium.

In the experimental groups of animals, where the preparations "Vahtodits" and "Meniant" were used, no pathological changes were found during the diagnostic slaughter of animals.

Список литературы. 1. Некоторые проблемы инвазионной патологии коз / А. И. Ятусевич [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2021. – Т. 57, № 1. – С. 72-76. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-72-76. 2. Адаптационные процессы и паразитозы животных / А. И. Ятусевич, И. А. Ятусевич, Н. С. Мотузко [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – 2-е изд., перераб. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 571 с. 3. Ятусевич, А. И. Противопаразитарные свойства вахты трехлистной (*Menyanthes trifoliata* L.) / А. И. Ятусевич, О. С. Горлова; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 179 с. 4. Патологическая анатомия, вскрытие и судебная экспертиза. Макро- и микроскопические изменения в органах и тканях животных при типовых патологических процессах : учеб.-метод. пособие / И. Н. Громов, В. С. Прудников, А. И. Жуков [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 32 с. 5. Прудников, В. С. Патологическая анатомия животных : учебник для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Ветеринарная медицина» / В. С. Прудников, Б. Л. Белкин, А. И. Жуков. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 480 с. 6. Меркулов, Г. А. Курс патологогистологической техники / Г. А. Меркулов. – Ленинград : Медицина, 1969. – 432 с. 7. Саркисов Д. С. Микроскопическая техника : руководство ; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – М. : Медицина, 1996. – 544 с. 8. Курс лекций по частной патологической анатомии : учебно-методическое пособие для студентов по специальности "Ветеринарная санитария и экспертиза". Ч. 2. Болезни вирусной и паразитарной этиологии, микозы и микотоксикозы / В. С. Прудников [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2013. – 106 с.

References. 1. Nekotorye problemy invazionnoj patologii koz / A. I. YAtusevich [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – 2021. – T. 57, № 1. – S. 72-76. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-72-76. 2. Adaptacionnye processy i parazitozy zhivotnyh / A. I. YAtusevich, I. A. YAtusevich, N. S. Motuzko [i dr.]; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – 2-e izd., pererab. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 571 s. 3. YAtusevich, A. I. Protivoparazitarnye svojstva vahty trekhlistnoj (*Menyanthes trifoliata* L.) / A. I. YAtusevich, O. S. Gorlova; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 179 s. 4. Patologicheskaya anatomiya, vskrytie i sudebnaya ekspertiza. Makro- i mikroskopicheskie izmeneniya v organah i tkanyah zhivotnyh pri tipovyh patologicheskikh processah : ucheb.-metod. posobie / I. N. Gromov, V. S. Prudnikov, A. I. Zhukov [i dr.]. – 2-e izd., pererab. i dop. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 32 s. 5. Prudnikov, V. S. Patologicheskaya anatomiya zhivotnyh : uchebnik dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po spetsialnostyam «Veterinarnaya medicina» / V. S. Prudnikov, B. L. Belkin, A. I. Zhukov. – Minsk : IVT Minfina, 2012. – 480 s. 6. Merkulov, G. A. Kurs patologogistologicheskoy tekhniki / G. A. Merkulov. – Leningrad : Medicina, 1969. – 432 s. 7. Sarkisov D. S. Mikroskopicheskaya tekhnika : rukovodstvo ; pod red. D. S. Sarkisova, Yu. L. Petrova. – M. : Medicina, 1996. – 544 s. 8. Kurs lektsiy po chastnoy patologicheskoy anatomiye : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov po spetsialnosti "Veterinarnaya sanitariya i ekspertiza". Ch. 2. Bolezni virusnoy i parazitarnoy etimologii, mikozy i mikotoksikozy / V. S. Prudnikov [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2013. – 106 s.

2022. – 32 с. 5. Prudnikov, V. S. *Patologicheskaya anatomiya zhivotnyh : uchebnik dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po special'nostyam «Veterinarnaya medicina»* / V. S. Prudnikov, B. L. Belkin, A. I. Zhukov. – Minsk : IVC Minfina, 2012. – 480 с. 6. Merkulov, G. A. *Kurs patologogistologicheskoy tekhniki* / G. A. Merkulov. – Leningrad : Medicina, 1969. – 432 с. 7. Sarkisov D. S. *Mikroskopicheskaya tekhnika : rukovodstvo ; pod red. D. S. Sarkisova, YU. L. Petrova.* – M. : Medicina, 1996. – 544 с. 8. *Kurs lektsiy po chastnoj patologicheskoy anatomii : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov po special'nosti "Veterinarnaya sanitariya i ekspertiza". CH. 2. Bolezni virusnoj i parazitarnoy etiologii, mikozy i mikotoksikozy* / V. S. Prudnikov [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2013. – 106 с.

Поступила в редакцию 19.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-14-17

УДК 619:577.115:618.19-002:636.2

СИСТЕМА ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ У КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ И БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ КОРОВ

Зимников В.И. ORCID ID 0000-0002-6371-7143

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

*Активные формы кислорода (АФК) и система оксида азота в большинстве случаев участвует в организме больных животных в качестве средства борьбы с микроорганизмами. Некоторые ученые повышение показателей цитокинов связывают с высоким уровнем маркеров окислительного стресса и оксида азота. В статье представлены результаты изучения системы ПОЛ-АОЗ клинически здоровых и больных субклиническим и клинически выраженным катаральным маститом коров. Установлено, что у коров? больных клинически выраженным катаральным маститом, выявлены более глубокие нарушения в системе ПОЛ-АОЗ, что выражалось дальнейшим истощением системы антиоксидантной защиты, снижением активности каталазы – на 24,3%, глутатионпероксидазы – на 43,9%, витамина А – на 36,6%, витамина Е – на 23,3% и витамина С – на 45,3% в сравнении с клинически здоровыми животными и возрастанием уровня эндогенной интоксикации за счет увеличения свободных форм кислорода и продуктов перекисного окисления липидов. Так, у данных животных в крови отмечено более высокое содержание малонового диальдегида в 2,0 раза, средних молекулярных пептидов – на 67,4%, индекса эндогенной интоксикации – на 70,2%, оксида азота – на 46,2% в сравнении со здоровыми животными, что говорит о чрезмерном накоплении в организме больных животных продуктов перекисного окисления липидов и эндогенной интоксикации и усилении воспалительного процесса в молочной железе. **Ключевые слова:** коровы, мастит, ПОЛ-АОЗ, активные формы кислорода, эндогенная интоксикация.*

THE SYSTEM OF LIPID PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT DEFENSE IN CLINICALLY HEALTHY COWS AND COWS WITH MASTITIS

Zimnikov V.I.

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

*Reactive oxygen species (ROS) and the nitric oxide system in most cases are involved in the body of sick animals as a means of combating microorganisms. Some scientists attribute the increase in cytokines to high levels of markers of oxidative stress and nitric oxide. The article presents the results of studying the LPO-AOD system of clinically healthy cows and cows with subclinical and clinically pronounced catarrhal mastitis. It was found that in cows with clinically pronounced catarrhal mastitis deeper disorders in the LPO-AOD system were revealed. This was expressed by a further depletion of the antioxidant defense system, a decrease in the catalase activity by 24.3%, glutathione peroxidase activity – by 43.9%, vitamin A – by 36.6%, vitamin E – by 23.3% and vitamin C – by 45.3% in comparison with clinically healthy animals. There was a rise in the level of endogenous intoxication due to an increase in free oxygen species and lipid peroxidation products. Thus, in the blood of the animals, the 2.0 times increase in the content of malondialdehyde by was noticed, the number of medium molecular peptides increased – by 67.4%, index of endogenous intoxication – by 70.2%, nitric oxide – by 46.2%, in comparison with healthy animals. This proves excessive accumulation of products of lipid peroxidation and endogenous intoxication in the body of sick animals and increased inflammation in the mammary gland. **Keywords:** cows, mastitis, LPO-AOD, reactive oxygen species, endogenous intoxication.*

Введение. В современных реалиях ведения молочного скотоводства одной из главных причин недополучения молока и получения молока низкого санитарного качества является воспаление молочной железы, мастит.

Окислительный стресс, по мнению современных ученых, принимает непосредственное участие в протекании воспалительного процесса в молочной железе, это обуславливается нарушениями функционирования системы антиоксидантной защиты, что проявляется большим накоплением в организме больных животных продуктов свободнорадикальных реакций [4, 6].

Перекисное окисление липидов рассматривается как один из доминирующих метаболических процессов в организме животных, несмотря на то, что при свободнорадикальной патологии перекисное окисление липидов (ПОЛ) является индуктором окислительного стресса. В то же время ПОЛ

обеспечивает регуляцию функциональной деятельности физиологических систем, является основным источником энергии, необходимой для жизнедеятельности организма, а также является показателем устойчивости метаболических реакций в организме [3, 9].

Ферментативные и неферментативные звенья антиоксидантной защиты (АОЗ) контролируют накопление и утилизацию продуктов свободнорадикального окисления. Ограничивая содержание в организме продуктов перекисидации и активных форм кислорода, система АОЗ поддерживает на оптимальном уровне процессы свободнорадикального окисления липидов [1, 8].

Снижение функционирования ферментативных и неферментативных звеньев антиоксидантной защиты способствует накоплению в организме больных животных токсических продуктов свободнорадикального окисления. На этом фоне за счет негативного воздействия продуктов перекисидации на биосинтез белков происходит ослабление клеточного и гуморального иммунитета, изменение структурного и функционального состояния биомембран [3, 7].

В развитии воспалительных процессов в молочной железе непосредственное участие принимают свободно радикальные реакции, при нарушении функционирования ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной защиты происходит чрезмерное накопление их продуктов в организме больных животных и возникает окислительный стресс [5].

В связи с этим, наиболее актуальной задачей является изучение динамики показателей системы перекисидного окисления липидов и ферментативного и не ферментативного звеньев антиоксидантной защиты клинически здоровых и больных субклиническим и клинически выраженным катаральным маститом коров.

Цель исследования - изучить показатели системы перекисидного окисления липидов, эндогенной интоксикации и антиоксидантной защиты клинически здоровых и больных маститом коров.

Материалы и методы исследований. При проведении исследований было подобрано по 8 клинически здоровых, больных субклиническим и клинически выраженным катаральным маститом лактирующих коров. От всех животных были отобраны пробы крови для определения показателей системы ПОЛ-АОЗ и эндогенной интоксикации.

При изучении активности ферментативного звена системы антиоксидантной защиты исследовали активность каталазы по способности пероксида водорода образовывать с молибдатом аммония стойкий окрашенный комплекс, а активность глутатионпероксидазы (ГПО) - по уменьшению количества восстановленного глутатиона (донора водорода) в среде инкубации при восстановлении гидроперекисей глутатионпероксидазой [1, 5].

О состоянии неферментативного звена судили по содержанию в сыворотке крови витаминов А, Е и С. Определение витамина А основано на щелочном гидролизе и экстракции витамина из сыворотки крови и измерении до и после его разрушения ультрафиолетом; витамина Е - на определении ионов двухвалентного железа, образующихся при взаимодействии α -токоферола с хлорным железом (Fe^{3+}) в виде окрашенного комплекса Fe^{2+} с фенантролином, а витамина С – на восстановлении трехвалентного железа в двухвалентное с образованием с α, α' -дипиридилем окрашенного комплекса [1, 5].

Метод определения стабильных метаболитов оксида азота (суммы NO_x) основан на восстановлении NO_3^- до NO_2^- с использованием хлорида ванадия (III) и последующее определение образовавшегося нитрита с помощью реактива Грисса [1, 5].

Концентрацию малонового диальдегида (МДА) в крови устанавливали по образованию окрашенного триметилового комплекса при реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой [1, 5].

Молекулы средней массы (МСМ) - полипептиды низкой и средней массы определяли при осаждении крупномолекулярных частиц плазмы крови раствором ТХУ с регистрацией оптической плотности водного раствора супернатанта при 238, 254, 266 и 282 нм [1, 5].

Индекс эндогенной интоксикации (ИЭИ) рассчитывали по спектральной характеристике супернатанта после освобождения плазмы крови от содержащихся в ней высокомолекулярных пептидов и белков с использованием 10% раствора трихлоруксусной кислоты [1, 5].

Результаты исследований. Проведенными исследованиями установлено, что у всех исследуемых больных маститом коров, уровень продуктов перекисидного окисления липидов и эндогенной интоксикации был выше в сравнении с клинически здоровыми животными (таблица 1).

Таблица 1 - Показатели ПОЛ клинически здоровых и больных маститом коров

Показатели, ед. измерения	Клинически здоровые (n=8)	Больные субклиническим маститом (n=8)	Больные катаральным маститом (n=8)
МДА, мкМ/л	1,7±0,1	2,5±0,1 ^{***}	3,5±0,3 ^{***}
СМП, у.е.	0,89±0,09	1,25±0,13*	1,49±0,15 ^{**}
ИЭИ	21,89±1,08	24,15±1,67	37,31±1,33 ^{***}
NO_x , мкМ/л	46,7,1±1,9	57,8±2,1*	68,3±2,8 ^{**}

Примечания: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ – степень достоверности в группах больных животных по отношению к клинически здоровым.

Усиления генерации активных форм кислорода (АФК) и недостаточная эффективность антиоксидантной защиты считается причиной повышения продуктов перекисидации в организме больных животных [3]. Многие ученые считают, что при заболевании коров маститом снижается антиоксидантная способность эпителиальных клеток молочной железы и происходит увеличение в них концентрации малонового диальдегида и активных форм кислорода, это провоцирует повреждение клеток и способствует развитию воспалительного процесса. В связи с этим можно сделать вывод о том, что окислительный стресс является одной из причин развития воспаления в молочной железе, а его усиление может усложнить патологические реакции, что особенно важно при протекании клинически выраженной формы мастита [1, 2].

Установлено (таблица 1), что заболевание коров субклиническим маститом сопровождалось повышением в крови малонового диальдегида – на 48,5% ($P<0,001$), средних молекулярных пептидов – на 40,0% ($P<0,05$), индекса эндогенной интоксикации – на 10,3%, оксида азота – на 23,8% ($P<0,05$). У коров, больных клинически выраженным катаральным маститом, выявлены более выраженные изменения показателя перекисного окисления липидов и эндогенной интоксикации. Так, у данных животных в крови отмечено более высокое содержание малонового диальдегида в 2,0 раза ($P<0,001$), средних молекулярных пептидов – на 67,4% ($P<0,001$), индекса эндогенной интоксикации – на 70,2% ($P<0,01$), оксида азота – на 46,2% ($P<0,01$) в сравнении со здоровыми животными, что говорит о чрезмерном накоплении в организме больных животных продуктов перекисного окисления липидов и эндогенной интоксикации и усилении воспалительного процесса в молочной железе.

Результаты изучения показателей ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной защиты клинически здоровых и больных маститом коров представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Показатели системы АОЗ клинически здоровых и больных маститом коров

Показатели, ед. измерения	Клинически здоровые (n=8)	Больные субклиническим маститом (n=8)	Больные катаральным маститом (n=8)
Каталаза, мкМ H_2O_2 /л·мин· 10^3	53,06±1,13	45,13±1,53**	40,17±1,34***
ГПО, мкМ GSH/л·мин· 10^3	20,45±1,75	14,38±0,9*	11,47±0,35**
Витамин А, мкМ/л	1,9±0,3	1,5±0,1	1,2±0,1
Витамин Е, мкМ/л	18,4±0,3	15,1±0,6**	14,1±0,7***
Витамин С, мкМ/л	35,5±1,9	24,1±1,8*	19,4±1,2**

Примечания: * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$ - степень достоверности в группах больных животных по отношению к клинически здоровым.

Установлено, что у коров, больных субклиническим и клинически выраженным катаральным маститом, была понижена активность ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной защиты. Так у коров, больных субклиническим маститом, активность каталазы была снижена на 14,9% ($P<0,01$), глутатионпероксидазы – на 29,7% ($P<0,05$), уровень витамина А – на 20,4%, витамина Е – на 17,8% ($P<0,01$) и витамина С – на 32,1% ($P<0,05$).

У коров, больных клинически выраженным катаральным маститом, выявлены более выраженные нарушения в активности системы антиоксидантной защиты. Так, у данных животных в крови отмечена более низкая активность ферментативного и не ферментативного звеньев антиоксидантной защиты, что выражалось в снижении активности каталазы – на 24,3%, глутатионпероксидазы – на 43,9% ($P<0,001$), витамина А – на 36,6%, витамина Е – на 23,3% ($P<0,001$) и витамина С – на 45,3% ($P<0,01$) в сравнении с клинически здоровыми животными.

Закключение. Таким образом, развитие воспаления молочной железы у лактирующих коров сопровождается негативными изменениями в системе ПОЛ-АОЗ. Уже при заболевании коров субклиническим маститом отмечается высокая эндогенная интоксикация и накопление продуктов перекисного окисления липидов, при понижении активности ферментативного и не ферментативного звеньев антиоксидантной защиты.

У коров больных клинически выраженным катаральным маститом, выявлены более глубокие нарушения в системе ПОЛ-АОЗ, что выражалось дальнейшим угнетением антиоксидантного статуса, снижением концентрации витамина Е – на 23,3%, витамина С – на 45,3% и витамина А – на 36,6% а также глутатионпероксидазы – на 43,9% и каталазы – на 24,3% на фоне возрастания уровня свободных форм кислорода эндогенной интоксикации за счет увеличения продуктов перекисидации. Так, у данных животных в крови отмечено более высокое содержание средних молекулярных пептидов – на 67,4%, малонового диальдегида - в 2,0 раза, оксида азота – на 46,2%, индекса эндогенной интоксикации – на 70,2%, в сравнении со здоровыми животными, что говорит о чрезмерном накоплении в организме больных животных продуктов ПОЛ и нарушении оксидантно-антиоксидантного статуса коров и усилении воспалительного процесса в молочной железе.

Conclusion. Thus, the development of the mammary gland inflammation in lactating cows is accompanied by negative changes in the LPO-AOD system. Even when cows become ill with subclinical mastitis, high endogenous intoxication and accumulation of lipid peroxidation products are noted, with a decrease in the activity of the enzymatic and non-enzymatic components of antioxidant defense.

In cows with clinically pronounced catarrhal mastitis, more profound disorders in the LPO-AOD system were revealed. This was expressed by a further inhibition of the antioxidant status, a decrease in the concentration of vitamin E – by 23.3%, vitamin C – by 45.3% and vitamin A – by 36.6%, glutathione – by 43.9% and catalase – by 24.3% against the background of an increase in the level of free oxygen species of endogenous intoxication due to an increase in peroxidation products. Thus, in the blood of these animals there was a higher content of medium molecular peptides – by 67.4%, malondialdehyde – by 2.0 times, nitric oxide – by 46.2%, index of endogenous intoxication – by 70.2% as compared to healthy animals. All this indicated an excessive accumulation of lipid peroxidation products in the body of sick animals, disorders in the oxidant-antioxidant status of cows and an enhancement of the inflammatory process in the mammary gland.

Список литературы. 1. Зимников, В. И. Динамика показателей системы ПОЛ-АОЗ при применении рекомбинантных интерферонов для терапии субклинического мастита у коров / В. И. Зимников, Л. В. Ческидова, Т. Г. Ермолова // *Ветеринарный Фармакологический вестник*. – 2022. – № 3. – С. 82-91. - DOI:10.17238/issn2541-8203.2022.3.82 2. Оксидантный и антиоксидантный статус коров при лечении мастита с использованием препарата «АМСФ» / В. И. Зимников [и др.] // *Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины"*. – 2021. – Т. 57. – вып. 3. – С. 82-85. - doi: 10.52368/2078-0109-2021-57-3-82-85. 3. Зимников, В. И. Показатели антиоксидантной защиты и эндогенной интоксикации в ранний послеродовой период при применении препарата «проаутовак» / В. И. Зимников, Л. В. Ческидова, Т. Г. Ермолова // *Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины"*. – 2022. – Т. 58, вып. 4. – С. 24-26. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-4-24-27. 4. Киреев, И. В. Применение антиоксидантных препаратов в комплексной профилактике и терапии маститов у коров / И. В. Киреев, В. А. Оробец, Т. С. Денисенко // *Ветеринарный врач*. – 2017. – № 6. – С. 20-26. 5. Методические положения по изучению процессов свободнорадикального окисления и системы антиоксидантной защиты организма / М. И. Рецкий [и др.]. – Воронеж : ВНИВИПФИТ, 2010. – 70 с. 6. Патогенетическое и клиническое обоснование рациональных методов фармакопрофилактики послеродовых воспалительных заболеваний матки у молочных коров / А. Г. Нежданов [и др.] // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. – 2019. – № 3. – С. 110-115. 7. Nrf2 activation and NF-Kb & caspase/bax signaling inhibition by sodium butyrate alleviates LPS-induced cell injury in bovine mammary epithelial cells / I. Ali [et al] // *Molecular immunology*. – 2022. – Vol. 148. – P. 54-67. - doi: 10.1016/j.molimm.2022.05.121. 8. Oxidative stress-induced inflammatory responses and effects of N-acetylcysteine in bovine mammary alveolar cells / H. Bae [et al], // *Journal of Dairy Research*. – 2017. – Vol. 84 (4). – P. 418-425. - doi:10.1017/S002202991700067X. 9. Vitexin mitigates Staphylococcus aureus-induced mastitis via regulation of ROS/ER stress/NF-κB/MAPK pathway / Y. Chen [et al] // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. – 2022. – Vol. 2022. – P. 7977433. - doi: 10.1155/2022/7977433.

References. 1. Zimnikov, V. I. Dinamika pokazatelej sistemy POL-AOZ pri primenenii rekombinantnyh interferonov dlya terapii subklinicheskogo mastita u korov / V. I. Zimnikov, L. V. CHeskidova, T. G. Ermolova // *Veterinarnyj Farmakologicheskij vestnik*. – 2022. – № 3. – S. 82-91. - DOI:10.17238/issn2541-8203.2022.3.82 2. Oksidantnyj i antioksidantnyj status korov pri lechenii mastita s ispol'zovaniem preparata «AMSF» / V. I. Zimnikov [i dr.] // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny"*. – 2021. – T. 57. – vyp. 3. – S. 82-85. - doi: 10.52368/2078-0109-2021-57-3-82-85. 3. Zimnikov, V. I. Pokazateli antioksidantnoj zashchity i endogennoj intoksikacii v rannij poslerodovyy period pri primenenii preparata «proautovak» / V. I. Zimnikov, L. V. CHeskidova, T. G. Ermolova // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny"*. – 2022. – T. 58, vyp. 4. – S. 24-26. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-4-24-27. 4. Kireev, I. V. Primenenie antioksidantnyh preparatov v kompleksnoj profilaktike i terapii mastitov u korov / I. V. Kireev, V. A. Orobec, T. S. Denisenko // *Veterinarnyj vrach*. – 2017. – № 6. – S. 20-26. 5. Metodicheskie polozheniya po izucheniju processov svobodnoradikal'nogo okisleniya i sistemy antioksidantnoj zashchity organizma / M. I. Reckij [i dr.]. – Voronezh : VNIVIPFIT, 2010. – 70 s. 6. Patogeneticheskoe i klinicheskoe obosnovanie racional'nyh metodov farmakoprofilaktiki poslerodovyyh vospalitel'nyh zabolevanij matki u molochnyh korov / A. G. Nezhdanov [i dr.] // *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. – 2019. – № 3. – S. 110-115. 7. Nrf2 activation and NF-Kb & caspase/bax signaling inhibition by sodium butyrate alleviates LPS-induced cell injury in bovine mammary epithelial cells / I. Ali [et al] // *Molecular immunology*. – 2022. – Vol. 148. – P. 54-67. - doi: 10.1016/j.molimm.2022.05.121. 8. Oxidative stress-induced inflammatory responses and effects of N-acetylcysteine in bovine mammary alveolar cells / H. Bae [et al], // *Journal of Dairy Research*. – 2017. – Vol. 84 (4). – P. 418-425. - doi:10.1017/S002202991700067X. 9. Vitexin mitigates Staphylococcus aureus-induced mastitis via regulation of ROS/ER stress/NF-κB/MAPK pathway / Y. Chen [et al] // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. – 2022. – Vol. 2022. – P. 7977433. - doi: 10.1155/2022/7977433.

Поступила в редакцию 16.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-18-23
УДК 619:616.391-084:636.2-053

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ «РЕЛАКТ» И «ВЕТГИДРОН» ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ С ДИАРЕЙНЫМ СИНДРОМОМ

Ковзов В.В. ORCID ID 0000-0003-1342-8850

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

*В результате проведенных исследований установлено, что ветеринарный препарат «Релакт», предназначенный для восстановления водно-электролитного баланса при лечении животных с заболеваниями, протекающими с диарейным синдромом, обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при комплексном лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями 91,6 % и при комплексном лечении телят молозивно-молочного периода и периода доращивания с болезнями органов пищеварения - 92%. Ветеринарный препарат «Ветгидрон» также обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при комплексном лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями - 93,3% и при комплексном лечении телят молозивно-молочного периода с болезнями органов пищеварения - 88%. Препараты способствуют нормализации показателей крови и повышению сохранности поросят и телят. **Ключевые слова:** препараты «Релакт», «Ветгидрон», телята, поросята, диарейный синдром, комплексная терапия.*

COMPARATIVE THERAPEUTIC EFFICACY OF VETERINARY DRUGS RELACT AND VETHYDRON IN TREATMENT OF CALVES AND PIGLETS WITH THE DIARRHEAL SYNDROME

Kovzov V.V.

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

*Findings of the research show that the veterinary drug Relact intended to restore the water and electrolyte balance and used in the treatment of animals with diseases accompanied by the diarrheal syndrome, possesses a high therapeutic efficacy, which made 91.6 % in the complex treatment of weaning piglets with gastrointestinal diseases. In the complex treatment of calves of the colostrum-milk period and the growing period with diseases of the digestive system, the therapeutic efficacy of the Relact was - 92%. The veterinary drug Vethydron also has a high therapeutic efficacy, which was 93.3% in the complex treatment of weaning piglets with gastrointestinal diseases, and 88% in the complex treatment of calves of the colostrum-milk period with diseases of the digestive system. The drugs contribute to the normalization of blood counts and increase the safety rate in piglets and calves. **Keywords:** Relact, Vethydron, calves, piglets, diarrheal syndrome, complex therapy.*

Введение. Болезни молодняка сельскохозяйственных животных, проявляющиеся расстройством пищеварения, как правило, сопровождаются обезвоживанием и интоксикацией.

Обезвоживание организма (дегидратация, гипогидратация, гипогидрия, эксикоз) - патологическое состояние, вызванное уменьшением количества воды в организме ниже физиологической нормы, сопровождающееся нарушениями метаболизма. Причиной обезвоживания могут быть различные заболевания, в том числе связанные с значительными потерями воды (рвота, повышенный диурез, диарея) либо недостаточное поступление воды в организм, содержание в условиях нагревающего микроклимата [1, 8].

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 [1, 3, 5, 6].

Гастроэнтерит - одно из наиболее часто встречающихся заболеваний органов пищеварения у молодняка, характеризующееся воспалением желудка и кишечника, сопровождающееся нарушением пищеварения, интоксикацией и обезвоживанием организма [2, 3, 4].

По тяжести течения заболевания различают: легкое течение; средней тяжести; тяжелое течение. По степени обезвоживания (дегидратации): обезвоживание I степени - потеря массы тела не превышает 3%; обезвоживание II степени - потеря массы тела 4-6%; обезвоживание III степени - потеря массы тела 7-9%; обезвоживание IV степени - потеря массы тела 10% и более. Симптомы обезвоживания: сильная жажда, низкое количество мочи, темно-желтый цвет мочи, переутомление, слабость. При тяжелой форме обезвоживания: угнетение, слабый пульс, снижение артериального давления, цианоз. Потеря 20-25% воды является смертельно опасной, болезненные расстройства наступают при потере 1-3% от общего количества воды в организме [8, 9].

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. Для борьбы с обезвоживанием при легком течении заболевания применяют оральный способ регидратации. С этой целью используют

изотонические растворы электролитов. В этих условиях актуальной является разработка препаратов, нормализующих процессы восстановления водно-электролитного баланса у животных [4, 6, 8].

Целью настоящей работы явилось определение сравнительной терапевтической эффективности ветеринарных препаратов «Релакт» (опытный образец) и «Ветгидрон» при лечении телят и поросят с диарейным синдромом.

Ветеринарные препараты «Релакт» (произведен частным производственно-торговым унитарным предприятием «Белветфарма» по заказу общества с ограниченной ответственностью «Гомель-Фарм») и «Ветгидрон» (производства ЧПТУП «ВетКомпани») являются препаратами-аналогами.

Материалы и методы исследований. Ветеринарные препараты «Релакт» и «Ветгидрон» представляют собой порошки от белого до желтого цвета. Лекарственная форма: порошок для орального применения. В 1 г каждого препарата содержится: натрия хлорида – 180 мг; натрия цитрата – 150 мг; калия хлорида – 140 мг, наполнитель – лактоза (декстроза).

Препараты относятся к следующей клинико-фармакологической группе: Регидратанты для перорального приема. Код группы: A07CA.

Препараты хорошо всасываются, быстро восстанавливают уровень натрия и калия в плазме крови, восполняют дефицит жидкости в организме животных, регулируют кислотно-щелочное равновесие, уменьшают агрегацию форменных элементов и вязкость крови, обладают детоксикационными свойствами. Компоненты препаратов являются естественными метаболитами обмена веществ.

Ионы натрия и калия восстанавливают функционирование клеточных мембран в кишечнике, миокарде и скелетной мускулатуре. Натрия цитрат препятствует развитию ацидоза. Декстроза (лактоза) повышает процессы обмена веществ, улучшает антитоксические функции печени и работу сердца. Компоненты препаратов являются естественными метаболитами, легко проникают во все органы и ткани и используются организмом. Ионы натрия и калия выводятся в основном почками.

Препараты «Релакт» и «Ветгидрон» предназначены для восстановления водно-электролитного баланса у животных. Препараты применяют при лечении животных с заболеваниями, протекающими с диарейным синдромом: диспепсия, абомазоэнтерит, гастроэнтерит, энтерит, энтероколит, язвенный колит. Препараты используются в комплексной терапии животных с желудочно-кишечными заболеваниями, вызванными патогенными микроорганизмами или токсинами (эшерихиоз, сальмонеллез).

Перед использованием препараты растворяют в теплой (30-35°C) кипяченой воде из расчета 100 г препарата на 5 литров воды. После растворения препараты разрешается использовать в течение 4-6 ч.

Препараты применяют внутрь. Суточная доза составляет 80-100 мл раствора препарата на один кг массы тела. Суточную дозу делят на 3-4 приема. Перед применением раствор препарата необходимо подогреть до температуры 30-35°C.

Телятам в первые сутки после начала диспепсии вместо молока или молозива 2-3 раза выпаивают из сосковой поилки 1,5-2 литра раствора препарата. Если состояние теленка улучшается, раствор препарата постепенно замещают молоком или молозивом.

При лечении поросят с диареей необходимо обеспечить свободный доступ животных к поилке с раствором препарата. Раствор препарата заменяют каждые 4-6 ч.

При ухудшении состояния животного (сильная интоксикация, рвота, лихорадка) рекомендуется парентеральное применение изотонических растворов, антибактериальная терапия. Раствор препарата имеет слабощелочную реакцию и может влиять на эффективность лекарственных препаратов, всасывание которых зависит от pH содержимого кишечника, что необходимо учитывать в комплексной терапии.

В рекомендуемых дозах препараты не вызывают побочных явлений. Противопоказанием к применению препаратов является нарушение функции почек, гипернатриемия, угроза отека мозга и легких.

Продукция животноводства, полученная от обработанных препаратом животных, используется без ограничений.

При работе с препаратами следует соблюдать меры личной гигиены и правила техники безопасности.

Для определения сравнительной терапевтической эффективности ветеринарных препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» на поросятах в условиях СТК «Мошканы» Сенненского района Витебской области было сформировано две группы по 60 поросят периода отъема с диарейным синдромом. В схему лечения поросят первой опытной группы был включен ветеринарный препарат «Релакт», который использовали в качестве средства патогенетической терапии и применяли внутрь, в суточной дозе 80-100 см³ раствора препарата на один кг массы тела. Поросятам был обеспечен свободный доступ к поилке с раствором препарата. Раствор препарата заменяли каждые 4-6 ч. Вторая опытная группа была обработана препаратом-аналогом («Ветгидрон»), согласно инструкции. В качестве средства этиотропной терапии животным обеих опытных групп применяли антибиотик «Коливет 6000».

Для определения сравнительной терапевтической эффективности ветеринарных препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» на телятах в условиях Унитарного предприятия «Рудаково» Витебского района было сформировано две группы по 25 телят с клиническими признаками диарейных болезней. Формирование групп осуществляли по принципу условных аналогов. Диагноз устанавливали с учетом

анамнеза и клинической картины заболевания. В схему терапевтических мероприятий для телят первой опытной группы был включен препарат «Релакт», который использовали в качестве средства патогенетической терапии и применяли внутрь, в суточной дозе 80-100 см³ раствора препарата на один кг массы тела. Суточную дозу делили на 3-4 приема. Перед применением раствор препарата подогревали до температуры 30-35⁰С. Телятам в первые сутки после начала диспепсии вместо молока или молозива 2-3 раза выпаивали из сосковой поилки 1,5-2 дм³ (литра) раствора препарата. Если состояние теленка улучшалось, раствор препарата постепенно замещали молоком или молозивом. Телят второй опытной группы обрабатывали препаратом-аналогом («Ветгидрон»), согласно инструкции. В качестве средства этиотропной терапии животным обеих опытных групп применяли антибиотик «Амоксилом 80%ВК».

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

В начале и в конце (на 5-й день) опыта у 10 поросят и у 10 телят из каждой группы было проведено взятие крови для исследований. Общий гематологический анализ крови проводили в НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ с помощью гематологического анализатора МЕК 6450К. Биохимическое исследование сыворотки крови проводили на биохимическом анализаторе BS-200 с использованием наборов реактивов фирмы Corneu.

Результаты исследований. Результаты изучения сравнительной терапевтической эффективности препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» на поросятах периода отъема с диарейным синдромом (таблица 1) показали, что из 60 поросят, в схему лечения которых был включен ветеринарный препарат «Релакт», выздоровело 55 животных (91,6%), средняя продолжительность лечения составила 5 дней, 5 поросят пало (8,4%). Из 60 поросят, в схему лечения которых был включен ветеринарный препарат «Ветгидрон», выздоровело 56 животных (93,3%), продолжительность лечения составила 5 дней, четыре поросенка пало (6,7%). Терапевтическая эффективность комплексного лечения поросят с использованием препарата «Релакт» составила 91,6%, при использовании препарата «Ветгидрон» 93,3%.

Таблица 1 – Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» на поросятах периода отъема с диарейным синдромом

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Опытная группа № 1 «Релакт»	Опытная группа № 2 «Ветгидрон»
1	Количество поросят в группе	голов	60	60
2	Выздоровело поросят	голов	55	56
		%	91,6	93,3
3	Длительность лечения	дней	5±0,4	5±0,3
4	Пало и вынуждено убито	голов	5	4
		%	8,4	6,7
5	Среднесуточные привесы живой массы	г	483	487
6	Терапевтическая эффективность	%	91,6	93,3

Спустя сутки после начала применения препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» у поросят отмечали улучшение клинического состояния, повышение аппетита и двигательной активности. На 3-4 сутки прекратилась диарея, поросята активно принимали корм и воду, а на 5-6 сутки наблюдали полное выздоровление животных. При наблюдении за животными на протяжении лечения и в последующие 14 дней отрицательного влияния и побочных действий препаратов на организм поросят не установлено, также не отмечено рецидивов болезни.

У павших животных до применения препаратов отмечалось сильное угнетение и полный отказ от корма и питья, поэтому они не получили достаточной дозы препарата.

Установлено, что в начале опыта у животных по ряду показателей крови отмечались отклонения от физиологических норм (пониженное содержание эритроцитов, гемоглобина, кальция, при относительно высокой концентрации мочевины). После применения препаратов отмечена нормализация показателей крови поросят (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние применения препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» на показатели крови поросят периода отъема с диарейным синдромом ($M \pm m$, P)

Наименование показателей	Норма	Опытная группа № 1 «Релакт» (n-10)		Опытная группа № 2 «Ветгидрон» (n-10)	
		Начало опыта	Конец опыта	Начало опыта	Конец опыта
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	8-16	$9,8 \pm 0,41$	$8,7 \pm 0,15$	$9,6 \pm 0,70$	$10,9 \pm 1,41$
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	6-7,5	$5,0 \pm 0,17$	$6,3 \pm 1,04^*$	$6,0 \pm 0,13$	$6,7 \pm 1,05$
Гемоглобин, г/л	90-110	$87 \pm 5,56$	$93 \pm 6,09$	$90 \pm 4,17$	$101 \pm 5,44$
Общий белок, г/л	55-85	$72 \pm 4,07$	$78 \pm 4,29$	$70 \pm 3,44$	$81 \pm 6,15$
Глюкоза, ммоль/л	2,3-4,1	$4,0 \pm 0,24$	$3,8 \pm 0,22$	$3,2 \pm 1,03$	$3,9 \pm 0,44$
Мочевина, ммоль/л	3,3-6,0	$7,3 \pm 0,23$	$4,6 \pm 0,17^*$	$6,3 \pm 0,21$	$4,1 \pm 0,27^*$
Кальций, ммоль/л	2,5-3,5	$2,3 \pm 0,14$	$2,7 \pm 0,21$	$2,1 \pm 0,19$	$2,9 \pm 0,15$
Фосфор, ммоль/л	1,29-1,94	$1,0 \pm 0,06$	$1,3 \pm 0,05$	$1,2 \pm 0,03$	$1,4 \pm 0,11$
Натрий, ммоль/л	139,2-152,5	$130,1 \pm 8,4$	$147,3 \pm 10,3$	$139,1 \pm 7,4$	$146 \pm 11,1$
Калий, ммоль/л	4,4-6,5	$5,3 \pm 0,31$	$5,2 \pm 0,47$	$5,8 \pm 0,14$	$5,6 \pm 0,21$

Примечание. * критерий достоверности $P < 0,05$.

Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» на телятах с диарейным синдромом представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» на телятах с диарейными болезнями

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Опытная группа № 1 «Релакт»	Опытная группа № 2 «Ветгидрон»
1	Количество телят в группе	голов	25	25
2	Выздоровело телят	голов	23	22
		%	92	88
3	Перешло в хроническое течение	голов/%	2/8	3/12
4	Длительность лечения	дней	$5 \pm 0,5$	$5 \pm 0,4$
5	Пало и вынуждено убито	голов	-	-
		%	-	-
6	Среднесуточные привесы живой массы	г	517	510
7	Терапевтическая эффективность	%	92	88

Из 25 телят первой опытной группы за время опыта выздоровело 23 теленка (92%), 2 теленка продолжали болеть (8%). Из 25 телят второй опытной группы за время опыта выздоровело 22 теленка (88%), 3 теленка продолжало болеть (12%). Терапевтическая эффективность в первой опытной группе составила 92%, во второй - 88%. У выздоровевших телят 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.

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

В результате проведенных гематологических и биохимических исследований крови установлено, что в начале опыта у телят по ряду показателей отмечались отклонения от физиологических норм (лейкоцитоз, низкое содержание гемоглобина, кальция, натрия, калия, при относительно высокой концентрации общего белка и мочевины). После применения препаратов отмечена нормализация показателей крови телят (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние применения препаратов «Релакт» и «Ветгидрон» на показатели крови телят с диарейными болезнями ($M \pm m$, P)

Наименование показателей	Норма	Опытная группа № 1 «Релакт» (n-10)		Опытная группа № 2 «Ветгидрон» (n-10)	
		Начало опыта	Конец опыта	Начало опыта	Конец опыта
1	2	3	4	5	6
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	4,5-12	$14,3 \pm 0,74$	$6,7 \pm 0,43^*$	$12,1 \pm 0,72$	$6,9 \pm 0,89$
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	5-7,5	$4,9 \pm 0,13$	$6,5 \pm 0,18$	$5,7 \pm 0,21$	$6,0 \pm 0,17$

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Гемоглобин, г/л	90-120	87±7,33	112±4,11	91±5,77	101±7,43
Общий белок, г/л	60-86	91±6,91	80±4,17	95±4,12	67±5,18
Глюкоза, ммоль/л	2,3-4,1	3,5±0,26	2,8±0,16	3,7±0,15	3,5±0,12
Мочевина, ммоль/л	3,3-7,0	8,8±0,74	5,3±0,18*	9,2±1,23	5,8±0,19*
Кальций, ммоль/л	2,5-3,1	1,8±0,12	2,9±0,14*	1,7±0,09	2,7±0,15*
Фосфор, ммоль/л	1,4-1,9	1,8±0,05	1,6±0,11	1,6±0,14	1,7±0,08
Натрий, ммоль/л	134,5-148,1	119,3±14,1	144,2±6,04	123,5±7,13	139,3±5,65
Калий, ммоль/л	3,8-5,8	3,1±0,12	4,8±0,24*	3,5±0,17	5,4±0,15*

Примечание. * критерий достоверности $P < 0,05$.

Заключение. Ветеринарный препарат «Релакт» предназначенный для восстановления водно-электролитного баланса при лечении животных с заболеваниями, протекающими с диарейным синдромом, обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при комплексном лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями 91,6% и при комплексном лечении телят молозивно-молочного периода и периода дорастивания с болезнями органов пищеварения - 92%. Ветеринарный препарат «Ветгидрон» также обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при комплексном лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями 93,3% и при комплексном лечении телят молозивно-молочного периода с болезнями органов пищеварения - 88%. Препараты способствуют нормализации показателей крови и повышению сохранности поросят и телят.

Conclusion. The veterinary drug Relact is intended to restore the water and electrolyte balance in the treatment of animals with diseases accompanied by the diarrheal syndrome. The drug has a high therapeutic efficacy, which was 91.6% in the complex treatment of weaning piglets with gastrointestinal diseases, and in the complex treatment of calves within the colostrum-milk and growing period suffering from gastrointestinal disorders— 92%. The veterinary drug Vethydrone also has a high therapeutic efficacy, which made 93.3% in the complex treatment of weaning piglets with gastrointestinal diseases, and 88% in the complex treatment of calves in the colostrum-milk period with diseases of the digestive system. The drugs contribute to the normalization of blood counts and increase the safety rate of piglets and calves.

Список литературы. 1. Внутренние болезни животных : учебник / И. М. Карпут [и др.]; под ред. проф. И.М. Карпуты. – Минск : Беларусь, 2006. - С. 22-24, 183-200. 2. Выращивание и болезни молодняка : практическое пособие / 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 [и др.] // Ученые записки УО ВГАВМ. – 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 ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2012. – Т. 48, вып. 1. - С. 94-97. 5. Козлова, О. А. Влияние комплексной терапии на показатели минерального обмена телят при диарейном синдроме / О. А. Козлова ; науч. рук. В. В. Ковзов // Молодежь – науке и практике АПК : материалы 102-й Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Витебск, 29-30 мая 2017 года / УО ВГАВМ. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – Ч. 1. - С. 18. 6. Болезни крупного рогатого скота и свиней / П. А. Красочко [и др.] ; под ред. П. А. Красочко. – Минск : Технопринт, 2003. - 464 с. 7. Оценка эффективности применения препаратов «Ветгидрон» и «Регидравет» при комплексном лечении поросят и телят с желудочно-кишечными болезнями / В. В. Ковзов [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2012. – Т. 48, вып. 2, ч. 2. – С. 69-71. 8. Телепнев, В. А. Основные симптомы и синдромы болезней животных: учебно-методическое пособие для студентов факультета ветеринарной медицины. – Витебск : УО ВГАВМ, 2000. - 76 с. 9. 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. 10. Физиологические показатели животных: справочник / Н. С. Мотузко [и др.]. – Минск: Техноперспектива, 2008. – 95 с.

References. 1. Internal diseases of animals: textbook / I. M. Karput [et al.]; ed. prof. THEM. Karputya.- Minsk: Belarus, 2006. - S. 22-24, 183-200. 2. Growing and diseases of young animals: a practical guide / Ed. ed. A.I. Yatusевич [and others] - Vitebsk: VGAVM, 2012. - P. 225-230, 390-399. 3. Evaluation of the effectiveness of the use of an experimental rehydration agent in the complex treatment of calves with diarrheal syndrome / V. V. Kovzov [et al] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". - 2017. - T. 53, issue 1.- P. 62-67. 4. Kovzov, V.V. Comparative effectiveness of the use of drugs "Doxyvvet 50% BT" and "Doxipharm" for the treatment of calves with respiratory diseases and piglets with diarrheal syndrome / V.V. Kovzov, I.V. Fomchenko // Scientific notes of the UO VGAVM. - 2012. - T. 48, issue 1.- P. 94-97. 5. Kozlova, O. A. Influence of complex therapy on indicators of mineral metabolism in calves with diarrheal syndrome / O. A. Kozlova, V. V. Kovzov // Materials of the 102nd International Scientific and Practical Conference of Students and Postgraduates, Vitebsk, 29- May 30, 2017 / UO VGAVM; redol. : N. I. Gavrichenko (editor-in-chief) [and others]. - Part 1, Vitebsk, VGAVM. – P. 18. 6. Diseases of cattle and pigs / P. A. Krasochko [et al] ; Ed. P. A. Krasochko. – Minsk : Technoprint, 2003. - 464 p. 7. Evaluation of the effectiveness of the use of the preparations "Vethydrone" and "Regidravet" in the complex treatment

of piglets and calves with gastrointestinal diseases / V. V. Kovzov [et al] // Scientific notes of the educational institution "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. - 2012. - Т. 48, no. 2, part 2. - P. 69-71. 8. Telepnev, V. A. The main symptoms and syndromes of animal diseases: a teaching aid for students of the faculty of veterinary medicine. - Vitebsk: UO VGAVM, 2000. - 76 p. 9. Shcherbakov, P. N. Prevention and treatment of gastrointestinal and respiratory diseases of calves / P. N. Shcherbakov, A. G. Gusev // Veterinary. - 2002. - No. 3. - P.15-16. 10. Physiological indicators of animals: reference book / N. S. Motuzko [et al.]. - Minsk : Tekhnoperspektiva, 2008. - 95 p.

Поступила в редакцию 15.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-23-27
УДК 619:618

СОСТОЯНИЕ ИММУНИТЕТА У КОРОВ ПРИ ПОСЛЕРодОВОМ ЭНДОМЕТРИТЕ В ХОЗЯЙСТВАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

***Красочко П.А. ORCID ID 0000-0002-4641-4757, **Капралов Д.В.**

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

**ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Уссурийск, Российская Федерация

Целью исследований явилось изучение состояния иммунитета у здоровых и больных эндометритом коров в хозяйствах Приморского края Российской Федерации. Установлено, что при изучении абсолютного и относительного количества лимфоцитов у больных и здоровых коров общее количество лимфоцитов в послеродовой период достоверно не отличалось и не изменялось во все сроки исследований, оно находилось в пределах $5,16-6,1 \cdot 10^9/\text{л}$. Количество Т- и В-лимфоцитов у здоровых коров было значительно выше во все сроки исследований, чем у коров, заболевших эндометритом. У больных послеродовым эндометритом коров (начальная стадия болезни - концентрация иммуноглобулинов класса G в первые сутки после родов была на 13,7% ниже, чем у здоровых животных, к 7 дню - снижение на 25,9%, к 14 дню - на 32,7%, к 28 дню - увеличение на 26,7%. Концентрация иммуноглобулинов М у больных животных в первые сутки была на 18,5% ниже, чем у здоровых, на 7 сутки - на 30,1%, к 14 суткам - на 25,8%, на 28 суток - на 20,83%. При изучении неспецифических клеточных (фагоцитарная активность нейтрофилов) и гуморальных (бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови) установлена достоверно повышенная фагоцитарная активность лейкоцитов у здоровых животных по сравнению с больными животными, но фагоцитарное число было выше у больных животных. На высоком уровне находилось количество лизоцима в сыворотке крови здоровых животных) и бактерицидной активности сыворотки крови во все сроки исследования. **Ключевые слова:** эндометрит, иммунитет, иммуноглобулины, лимфоциты, лизоцим, фагоцитоз.

THE STATE OF IMMUNITY IN COWS WITH POSTPARTUM ENDOMETRITIS ON FARMS OF PRIMORSKY KRAI

***Krasochko P.A. **Kapralov D.V.**

*EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, Republic of Belarus

**FSBEI of HE "Primorsky State Agricultural Academy", Ussuriysk, Russian Federation

The objective of the research was to study the state of immunity in healthy and endometritic cows on farms in the Primorsky Krai of the Russian Federation. It was established that when studying the absolute and relative number of lymphocytes in sick and healthy cows, the total number of lymphocytes in the postpartum period did not significantly differ and did not change during all study periods, it was within $5.16-6.1 \cdot 10^9/\text{l}$. The number of T and B lymphocytes in healthy cows was significantly higher in all study periods than in cows with endometritis. In patients with postpartum endometritis (the initial stage of body disease, the concentration of class G immunoglobulins on the first day after delivery was by 13.7% lower than in healthy animals, by day 7 it decreased by 25.9%, by day 14 - by 32.7%, by day 28 - increased by 26.7%. The concentration of immunoglobulins M in sick animals on the first day was by 18.5% lower than in healthy animals, on the 7th day - by 30.1%, on the 14th day - by 25.8%, on the day 28 - by 20.83%. When studying non-specific cellular (phagocytic activity of neutrophils) and humoral (bactericidal and lysozyme activity of blood serum), a significantly increased phagocytic activity of leukocytes in healthy animals was established, as compared to sick animals, but the phagocytic number was higher in sick animals. The amount of lysozyme in the serum of healthy animals was at a high level) and the bactericidal activity of serum during all study periods. **Keywords:** endometritis, immunity, immunoglobulins, lymphocytes, lysozyme, phagocytosis.

Введение. В нашей стране одной из наиболее важных проблем ветеринарии является сохранность крупного рогатого скота и его воспроизводительной функции, которые зачастую ставятся под угрозу из-за различных заболеваний животных до, во время и после родов. Все возникающие патологоанатомические отклонения в большинстве случаев связаны с функциональной недостаточностью фетоплацентарной системы.

Послеродовой эндометрит – одна из широко распространенных патологий репродуктивных органов коров. При этом наряду с угнетением обменных процессов в патогенезе гинекологических болезней коров отмечается и угнетение иммунитета [1, 3, 5, 8].

Иммунная система матки коровы активна в период стельности и играет значительную роль в сохранении стельности, поддержке роста плода и предотвращении развития инфекции. При нормальном состоянии фагоцитные способности нейтрофилов в периферическом кровотоке у коров остаются достаточно высокими в период до и после отела, однако бактерицидный потенциал и оксидативные свойства нейтрофилов во время отела незначительно снижаются. Состояние иммунной системы после отела оказывает значительное воздействие на защитный механизм матки [2, 4, 6, 7].

Одной из причин возникновения воспалений в матке является снижение резистентности организма коров и нарушение функционирования защитных механизмов слизистой оболочки репродуктивных органов. К ослаблению деятельности иммунной системы, к нарушению репродуктивной функции и плодовитости часто приводят нарушения обмена веществ, в частности, нарушения различных видов обмена веществ. Оценка иммунного статуса и определение вторичных иммунодефицитов у коров в послеродовом периоде играет важную роль для выбора способов и средств профилактики и лечения гинекологических заболеваний у коров [3, 9, 10].

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в лаборатории на кафедре незаразных болезней, хирургии и акушерства института животноводства и ветеринарной медицины Приморской государственной сельскохозяйственной академии; в Учебно-опытном хозяйстве ПГСХА (с. Воздвиженка Уссурийского района Приморского края); ООО «Золотая Долина» (с. Дубки Михайловского района Приморского края).

Объектом исследования служили 20 коров 3-4 лактации черно-пестрой породы, которых разделили на две группы по 10 голов в группе – больные послеродовыми эндометритами и клинически здоровые.

Для оценки состояния иммунитета кровь брали на 1, 7, 14, 28 день после родов. В крови изучали основные показатели клеточного и гуморального иммунитета с использованием общепринятых иммунологических тестов.

Определение количества Т- и В-лимфоцитов в периферической крови проводили путем розеткообразования с эритроцитами барана и мыши по Д.К. Новикову и В.Н. Новиковой (1979 в модификации и А.Ф. Могиленко (1985)).

Фагоцитарную активность нейтрофилов определяли модифицированным методом Лейрира с использованием взвеси суточной культуры *E. coli* шт. О 20.

Концентрацию лизоцима в сыворотке крови определяли с использованием ацетонового порошка *Micrococcus Lysodeicticus* относительно стандартного кристаллического лизоцима в концентрации от 0,5 до 100 мкг/мл.

Количественное определение иммуноглобулинов G и M классов в сыворотке крови телят проводили в реакции простой радиальной иммунодиффузии по методу Манчини (1965).

Определение бактерицидной активности сыворотки крови проводили измерением степени задержки прироста биомассы *E. coli* О 20 под влиянием сыворотки фотоколориметрическим методом при зеленом светофильтре.

Данные результатов исследований обрабатывали методами вариационной статистики. Достоверными считались отличия при значениях $P < 0,05$.

Результаты исследований. В таблице 1 приведены результаты изучения абсолютного и относительного количества Т-, В- и 0-лимфоцитов в крови больных послеродовыми эндометритами и здоровых коров.

При изучении абсолютного и относительного количества лимфоцитов выявлено, что у коров обеих групп общее количество лимфоцитов в послеродовой период достоверно не отличалось и не изменялось во все сроки исследований ($P > 0,05$), оно находилось в пределах $5,16-6,1 \times 10^9/\text{л}$ (таблица 1).

Количество Т-лимфоцитов у здоровых коров было значительно выше во все сроки исследований, чем у коров, заболевших эндометритом

Так, на первые сутки после родов их количество было больше на 8%, через 7 дней после родов – на 25,5%, через 14 дней после родов – на 15,5% и через 25 дней после родов – на 20,7% ($P < 0,05$), через 28 дней – 28,9%. Максимальное количество Т-лимфоцитов в обеих группах отмечалось на 1-й день после родов (64,1 и 59,10%). В дальнейшем, через семь дней после родов, наблюдалось снижение Т-лимфоцитов соответственно до 56,2 и 44,8%. На 14-й день количество Т-лимфоцитов повышалось до 57,8 и 47,9%, на 28-й день послеродового периода у здоровых коров этот показатель был равен 64,6%, а у больных – 50,1%. Из вышеизложенного видно, что в ранний послеродовый период (1–7-й дни после родов) наблюдается иммунодефицитное состояние у коров обеих групп, но у больных животных оно проявляется в более высокой степени.

Количество В-лимфоцитов в крови больных и здоровых коров во все сроки исследований достоверно не отличалось ($P > 0,05$), однако наблюдался незначительный В-лимфоцитоз через 7 и 15 дней после родов. Так, в первый день после родов как у здоровых коров, так и у коров в начальной

стадии эндометрита количество В-лимфоцитов было практически на одном уровне – 24,8 и 24,1%, через 7 дней – 31,7 и 28,8%, на 14 день – 34,5 и 26,1%, на 28 день эти показатели несколько сравнялись и составили 28,9 и 26,9% соответственно.

Во все сроки исследований количество «нулевых» лимфоцитов было достоверно выше у больных животных по сравнению со здоровыми во все сроки изучения. Самый высокий показатель (26,4, 26,0 и 23,0%) наблюдался у больных коров через 7-28 дней после родов.

Таблица 1 – Абсолютное и относительное количество Т-, В- и 0-лимфоцитов в крови больных послеродовыми эндометритами и здоровых коров

Дни после родов	Группы животных	Абсолютное количество лимфоцитов (10 ⁹ /л)	Т-лимфоциты		В-лимфоциты		«Нулевые» лимфоциты	
			%	10 ⁹ /л	%	10 ⁹ /л	%	10 ⁹ /л
1 день	здоровые	6,1±0,51	64,1±3,32*	3,91±0,32	24,8±1,71	1,51±0,12	11,1±2,01*	0,68±0,11
	в начальной стадии болезни	6,0±0,44	59,1±2,07	3,55±0,27	24,1±2,14	1,45±0,21	16,8±3,54	1,00±0,05
7 день	здоровые	5,42±0,64	56,2±3,77**	30,1±0,17	31,7±1,95*	1,72±0,41	12,1±3,12**	0,66±0,09
	больные	5,38±0,43	44,8±2,79	2,41±0,21	28,8±1,73	1,55±0,43	26,4±1,94	1,42±0,03
14 день	здоровые	5,21±0,31	57,8±2,81**	3,01±0,32	34,5±1,79**	1,80±0,17	7,7±0,57**	0,41±0,27
	больные	5,16±0,63	47,9±3,76	2,47±0,41	26,1±1,73	1,35±0,25	26,0±0,74	1,34±0,09
28 день	здоровые	5,73±0,74	64,6±1,17**	3,72±0,32	28,9±1,83	1,66±0,26	6,5±0,28**	0,37±0,08
	больные	5,45±0,49	50,1±3,52	2,73±1,17	26,9±1,44	1,47±0,15	23,0±0,89	1,25±0,09

В таблице 2 приведены результаты изучения содержания иммуноглобулинов в сыворотке крови у здоровых и больных послеродовыми эндометритами коров.

Таблица 2 – Содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови у здоровых и больных послеродовыми эндометритами коров (мг/мл)

Сроки исследования	Группы животных	Показатели	
		Ig G	Ig M
1 день после родов	здоровые	16,37±0,31	6,42±0,48
	больные (начальная стадия болезни)	14,4±1,31	5,42±0,62
7 дней после родов	здоровые	15,91±0,99	5,67±0,33
	больные	12,64±0,76	4,36±0,85
14 дней после родов	здоровые	15,41±0,76	4,59±0,80
	больные	11,61±0,88	3,65±0,71
28 дней после родов	здоровые	14,98±0,47	4,12±0,77
	больные	11,87±1,42	3,41±0,37

Анализируя данные таблицы 2, видим, что у больных послеродовым эндометритом коров (начальная стадия болезни) концентрация иммуноглобулинов класса G в первые сутки после родов была на 13,7% ниже, чем у здоровых животных. К 7 дню отмечено снижение их концентрации на 25,9%, к 14 дню – на 32,7%, к 28 дню произошло увеличение на 26,7%.

Концентрация иммуноглобулинов класса M у больных животных в первые сутки была на 18,5% ниже, чем у здоровых, на 7 сутки - на 30,1%, к 14 суткам произошло увеличение содержания иммуноглобулинов M (соотношение со здоровыми), составило 25,8%, на 28 сутки – на 20,83%.

В таблице 3 приведены результаты изучения неспецифических клеточных (фагоцитарная активность нейтрофилов) и гуморальных (бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови) у здоровых и больных послеродовыми эндометритами коров.

Таблица 3 – Показатели бактерицидной активности сыворотки крови, фагоцитарной активности лейкоцитов и количества лизоцима в сыворотке крови здоровых и больных послеродовыми эндометритами коров

Показатели	Группы	Срок исследования			
		1 день после родов	7 дней после родов	14 дней после родов	28 дней после родов
Бактерицидная активность сыворотки крови	здоровые	51,4±2,9	56,3±2,66	67,3±3,14	71,8±1,9
	начальная стадия болезни	39,4±1,9	43,2±3,44	51,6±3,37	53,7±2,9
Фагоцитарная активность лейкоцитов (%)	здоровые	64,5±2,7	69,6±6,77	72,8±1,77	74,5±6,25
	больные	55,0±2,4	49,7±2,81	50,6±4,45	52,4±4,51
Фагоцитарное число	здоровые	6,48±0,05	6,88±0,79	6,91±0,81	6,99±0,42
	больные	7,03±0,85	7,96±0,32	7,25±1,34	8,45±0,94
Количество лизоцима (мкмоль/л)	здоровые	16,1±3,25	15,8±2,51	16,6±3,04	18,3±3,66
	больные	14,7±2,46	11,7±3,45	9,7±0,57	8,9±1,17

При изучении неспецифических клеточных (фагоцитарная активность нейтрофилов) и гуморальных (бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови) установлена достоверно повышенная фагоцитарная активность лейкоцитов у здоровых животных по сравнению с больными животными второй группы. Фагоцитарное число было выше у больных животных (таблица 3). На достоверно высоком уровне находилось количество лизоцима в сыворотке крови здоровых животных ($P < 0,05$) и бактерицидной активности сыворотки крови ($P < 0,05$) во все сроки исследования.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что эндометриты инфекционной этиологии у коров возникают на фоне вторичных иммунодефицитов, что необходимо учитывать при разработке средств и способов специфической профилактики и терапии при этой патологии.

Так, в результате наших исследований установлено, что у больных эндометритом коров выявлены следующие нарушения: на фоне снижения количества Т-лимфоцитов и общего количества В-лимфоцитов, так и их функциональной активности, о чем можно судить по снижению продукции иммуноглобулинов как первичного (М), так и вторичного (G) иммунных ответов.

Кроме того, отмечено увеличение снижения концентрации лизоцима и бактерицидной активности сыворотки крови у больных по сравнению со здоровыми животными, что свидетельствует об угнетении неспецифических факторов иммунной защиты.

Снижение количества иммунокомпетентных клеток, фагоцитарной активности нейтрофилов, бактерицидной активности и концентрации иммуноглобулинов у больных животных свидетельствует о развитии вторичного иммунодефицита.

Проведенные исследования показали, что в изученных нами параметрах неспецифической резистентности и иммунитета существуют определенные отклонения. Особенно они проявляются в начале заболевания и не приходят в норму к моменту выздоровления.

Анализируя данные, отражающие характер изменений неспецифических факторов защиты организма против данной патологии, таких как общая бактерицидная и лизоцимная активность сыворотки крови, фагоцитоз нейтрофилов, следует сказать о том, что повышение этих показателей в периоды после отела при эндометритах следует расценивать как адаптационную, носящую компенсаторный характер на фоне ослабления специфических факторов защиты организма животных.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено снижение механизмов иммунологической защиты организма коров в период после отела, особенно у больных эндометритом животных.

Conclusion. As a result of the conducted studies, a decrease was found in the mechanisms of immunological defense in cows during the post-calving period, especially in animals with endometritis.

Список литературы. 1. Валушкин, К. Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных : учебник / К. Д. Валушкин, К. Д., Г. Ф. Медведев. – 2-е изд., перераб и доп. – Минск : Ураджай, 2001. – 869 с. 2. Влияние иммунологических факторов на возникновение послеродовых эндометритов у животных / А.М. Петров [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2008. – № 3. – С. 42-45. 3. Гуморальный иммунитет и морфологические изменения при эндометрите у коров / Ю. Н. Масьянов [и др.] // Ветеринарный врач. – 2011. – № 6. – С. 41–43. 4. Землянкин, В. В. Морфобioхимические и иммунологические показатели крови коров больных гипофункцией яичников на фоне скрытого эндометрита / В. В. Землянкин // Ветеринарная медицина. – 2012. – С. 120–210. 5. Красочко, П. А. Инфекционное бесплодие у коров: вирусологические и биохимические аспекты / П. А. Красочко, И. А. Красочко, Н. И. Кот // Вестник Сумского национального аграрного универси-

мета. – 2002. – № 7. – С. 49–51. 6. Кузьмич, Р. Г. Послеродовые эндометриты у коров (этиология, патогенез, профилактика и терапия) : автореф. дис... д-ра вет. наук / Р. Г. Кузьмич. – Витебск, 2000. – 45 с. 7. Красочко, П. А. Роль микрофлоры в возникновении заболеваний у животных и птиц / П. А. Красочко, В. М. Голушко, Е. А. Капитонова // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства: тезисы докладов Международной научно-практической конференции / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2008. – С. 292–294. 8. Рапосова, О. В. Распространение и этиология хронических эндометритов у коров в сельскохозяйственных организациях свердловской области / М. В. Рапосова, Е. Н. Шилова, О. В. Соколова // Ветеринария Кубани. – 2010. – №6. – С. 14–16. 9. Состояние иммунной системы у коров при эндометритах инфекционной этиологии / Р.Г. Кузьмич [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя аграрных навук. – 2002. – № 3. – С. 68–71. 10. Красочко, П. А. Состояние обменных процессов организма коров при профилактике инфекционного бесплодия / П. А. Красочко, И. А. Красочко, Н. И. Кот // Ветеринарная наука – производству. – 2002. – № 36. – С. 53–61.

References. 1. Valyushkin, K. D. Akusherstvo, ginekologiya i biotekhnika razmnozheniya zhivotnyh : uchebnik / K. D. Valyushkin, K. D., G. F. Medvedev. – 2-e izd., pererab i dop. – Minsk : Uradzha, 2001. – 869 s. 2. Vliyanie immunologicheskikh faktorov na vzniknoenie poslerodovyh endometritov u zhivotnyh / A.M. Petrov [i dr.] // Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii. – 2008. – № 3. – С. 42-45. 3. Gumoral'nyj immunitet i morfologicheskie izmeneniya pri endometrite u korov / YU. N. Mas'yanov [i dr.] // Veterinarnyj vrach. – 2011. – №. 6. – С. 41–43. 4. Zemlyankin, V. V. Morfobiohimicheskie i immunologicheskie pokazateli krovi korov bol'nyh gipofunkciej yaichnikov na fone skrytogo endometrita / V. V. Zemlyankin // Veterinarnaya medicina. – 2012. – С. 120–210. 5. Krasochko, P. A. Infekcionnoe besplodie u korov: virusologicheskie i biohimicheskie aspekty / P. A. Krasochko, I. A. Krasochko, N. I. Kot // Vestnik Sumskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta. – 2002. – № 7. – С. 49–51. 6. Kuz'mich, R. G. Poslerodovye endometrity u korov (etiologiya, patogenez, profilaktika i terapiya) : avtoref. dis... d-ra vet. nauk / R. G. Kuz'mich. – Vitebsk, 2000. – 45 s. 7. Krasochko, P. A. Rol' mikroflory v vzniknovenii zabojevanij u zhivotnyh i ptic / P. A. Krasochko, V. M. Golushko, E. A. Kapitonova // Problemy intensifikacii proizvodstva produktov zhivotnovodstva: tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu. – Zhodino, 2008. – С. 292–294. 8. Raposova, O. V. Rasprostranenie i etiologiya hronicheskikh endometritov u korov v sel'skohozyajstvennyh organizacijah sverdlovskoj oblasti / M. V. Raposova, E. N. Shilova, O. V. Sokolova // Veterinariya Kubani. – 2010. – №6. – С. 14–16. 9. Sostoyanie immunnnoj sistemy u korov pri endometritah infekcionnoj etiologii / R.G. Kuz'mich [i dr.] // Vesci Nacyyana'naj akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk. – 2002. – № 3. – С. 68–71. 10. Krasochko, P. A. Sostoyanie obmennykh processov organizma korov pri profilaktike infekcionnogo besplodiya / P. A. Krasochko, I. A. Krasochko, N. I. Kot // Veterinarnaya nauka – proizvodstvu. – 2002. – № 36. – С. 53–61.

Поступила в редакцию 08.11.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-27-31

УДК 619:616.98:579.843.95-07

ЭКСПРЕСС–ДИАГНОСТИКА ГЕМОФИЛЕЗНОГО ПОЛИСЕРОЗИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ В РЕЖИМЕ «РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ»

Красочко П.П. ORCID ID 0000-0003-3309-0666, Красочко В.П. ORCID ID 0000-0002-0140-3886,
Гвоздев С.Н. ORCID ID 0000-0002-8936-4112

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

В статье описаны этапы разработки метода экспресс-диагностики гемофилезного полисерозита с использованием полимеразно-цепной реакции в режиме «реального времени». В результате проделанной работы был разработан метод экспресс-диагностики гемофилезного полисерозита свиней, который позволяет значительно сократить время проведения диагностики по сравнению с бактериологическим методом, повысить достоверность диагностики ввиду труднокультивируемости возбудителя на питательных средах, а также заместить импортные наборы по выявлению ДНК возбудителя гемофилезного полисерозита свиней. **Ключевые слова:** диагностика, метод, гемофилезный полисерозит, полимеразно-цепная реакция, ДНК.

EXPRESS DIAGNOSTICS OF PORCINE HEMOPHILIC POLYSEROSITIS USING POLYMERASE CHAIN REACTION IN THE “REAL TIME” MODE

Krasochko P.P., Krasochko V.P., Hvozdeu S.N.

EE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus

The article describes the stages in the development of a method for rapid diagnosis of porcine hemophilic polyserositis (Glasser's disease) using polymerase chain reaction in the “real time” mode. As a result of the work done, a method for the express diagnostics of porcine hemophilic polyserositis was developed, which can significantly reduce the time of diagnostics as compared to the bacteriological method, increase the reliability of diagnostics because of the difficulties in cultivating of the pathogen on nutrient media, it can also replace import kits for detecting the DNA of the causative agent for porcine hemophilic polyserositis. **Keywords:** diagnostics, method, Haemophilus, Glasser's disease, polymerase chain reaction, DNA.

Введение. Гемофилезный полисерозит (болезнь Глессера) – инфекционная септическая болезнь свиней, характеризующаяся лихорадкой, серозно-фибринозным плевритом, перикардитом, перитонитом и полиартритом, а также негнойным лимфоцитарным менингоэнцефалитом, что приводит к нарушению сердечной деятельности, затрудненному дыханию, нарушению координации движений [5, 8]. Встречается во всех странах с развитым промышленным свиноводством [3]. В Республике Беларусь заболевание установлено во всех свиноводческих комплексах, с интенсивностью эпизоотического процесса от спорадических случаев до эпизоотий, и наносит значительный экономический ущерб [4].

Возбудитель болезни бактерия *Haemophilus parasuis*, рода *Haemophilus* семейства *Pasteurellaceae*. Это мелкие (0,2-0,5 мкм), грамотрицательные, неподвижные, не образующие спор полиморфные палочки. Вирулентные штаммы возбудителя образуют капсулу. В патологическом материале *H. parasuis* располагается в виде одиночных клеток или небольших скоплений, коротких цепочек, часто встречаются нитевидные формы. *H. parasuis* – факультативный анаэроб, оптимальные условия культивирования: температура 37 °С, pH 7,2-7,4. Данная бактерия относится к трудно культивируемым микроорганизмам и растет лишь на средах с добавлением V и X факторов, в основном используют шоколадный агар с 10% крови овцы или лошади и сыворотно-дрожжевые среды. *H. parasuis* имеет сложную антигенную структуру, включающую 15 серотипов. При острых вспышках болезни в России выделяются серовары 1, 5, 10, 12, 13, 14; в Европе чаще - 4 и 5 [4]. Возбудитель может быть выделен из носовой полости здоровых и из легочной ткани свиней с симптомами пневмонии. На агаровых средах *H. parasuis* образует колонии в S-форме размером 1,0 – 2,5 мм, которые при первичном выделении имеют липкую, тянущуюся за петлей консистенцию. Возбудитель мало устойчив к воздействию внешних факторов и быстро погибает вне организма животного, при 65°C бактерии погибают через 3 мин., при 70°C – через 2 мин., при кипячении – мгновенно. Под воздействием ультрафиолетовых лучей 100%-ная гибель наступала в течение 10 мин. Даже при росте на питательных средах культуры без пересева выживают лишь в течение 3 – 5 суток.

Наиболее восприимчивы поросята через 8 – 15 дней после отъема, а в крупных промышленных комплексах возможно заболевание поросят-сосунов в возрасте до 25 дней. В отдельных случаях заболевают поросята-сосуны первых дней жизни. Источником возбудителя инфекции являются больные или переболевшие гемофилезным полисерозитом поросята, а также свиноматки-носители гемофильных бактерий. Факторами передачи являются объекты внешней среды, контаминированные возбудителем. Заражение происходит преимущественно аэрогенно. Болезнь протекает остро, подостро и хронически. Температура тела повышается до 40,5-41,5°C. Поросята отказываются от корма, шерсть взъерошена, передвигаются они осторожно. Для облегчения работы сердца и легких часто принимают позу сидячей собаки. Иногда наблюдается кашель, чихание, рвота и симптомы поражения центральной нервной системы, артриты [2, 7].

Диагностика гемофилезного полисерозита свиней проводится комплексно, учитывают эпизоотологические данные, клинические признаки, патологоанатомические изменения и лабораторные исследования [6]. Основным лабораторным методом при подозрении на гемофилезный полисерозит является бактериологический. Преимуществами этого метода является то, что он доступен в большинстве лабораторий, а также относительно низкие затраты на исследование [1]. Однако высокая требовательность гемофилов к питательным средам, а также широкое применение антимикробных препаратов (до момента падежа поросята успевают получить несколько доз антибиотика, что препятствует росту микроорганизмов) делают классические методы бактериологического анализа затруднительными и низкоэффективными. Поэтому в настоящее время для диагностики микроорганизмов с повышенными требованиями к условиям культивирования применяют молекулярно-генетические методы.

Материалы и методы исследований. Научно-исследовательская работа выполнялась в условиях отраслевой лаборатории ветеринарной биотехнологии и заразных болезней животных УО ВГАВМ. Анализ генома и подбор праймеров к консервативным участкам генома *Haemophilus parasuis* проводился с использованием банка нуклеотидных последовательностей GenBank Национального центра биотехнологической информации, США.

Подбор клинического материала проводили бактериологическим методом, руководствуясь документом «Методические указания по лабораторной диагностике гемофилезного полисерозита свиней» (Утв. ГУВ МСХ и П РБ 18.04.2008 № 10-1-5/540). Для исследований использовали легочную ткань, жидкость из грудной полости, фибринозные наложения и сердце павших или вынужденно убитых поросят. При выборе хозяйства для отбора материала руководствовались эпизоотологическими данными, данными ветеринарной отчетности и результатами лабораторных исследований. Главным критерием было неблагополучие по респираторным болезням молодняка свиней, отсутствие специфической профилактики гемофилезного полисерозита и ранее выявленное присутствие *Haemophilus parasuis* в патологическом материале лабораторными методами.

Выравнивание последовательностей проводили, используя программное обеспечение AlleleID, а подбор праймеров – с помощью SnapGene и RealTime PCR tool (Integrated DNA Technologies, США).

Оценка специфичности праймеров и зондов проводили с использованием ДНК гемофилюсов, полученных при выделении специфической культуры бактериологическим методом.

Выделение ДНК/РНК проводили с помощью набора «Комплект реагентов для выделения РНК/ДНК из клинического материала «РИБО-преп»» или «Комплект реагентов для выделения РНК/ДНК из клинического материала «РИБО-сорб»» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, г. Москва) в соответствии с инструкциями к наборам.

Оценку специфичности метода проводили с использованием положительной на наличие генома ДНК *Haemophilus parasuis*, полученной из чистых культур данного микроорганизма. Оценку чувствительности метода проводили с использованием 10-кратных разведений ДНК, полученной из суспензии с известной концентрацией микроорганизмов (1×10^6 КОЕ/мл).

Постановку ПЦР проводили общепринятым методом, используя реактивы производства ООО «АртБиоТех», РБ.

Результаты исследований. При использовании генетического анализа разными исследовательскими группами были установлены гены, отвечающие за развитие болезни, т.н. факторы вирулентности. Однако исследования, как правило, проводились на штаммах, выделенных из определенного региона. В связи с этим существует вероятность отсутствия определенных генов или генотипов в нашей стране. На основании вышеизложенного мы предположили, что наиболее эффективной стратегией диагностики гемофилезного полисерозита свиней будет выявление видоспецифических участков генома независимо от серотипа или генотипа в патологическом материале (паренхиматозные органы, лимфоузлы, жидкость из грудной полости).

В процессе выполнения исследования был проведен бактериологический анализ патологического материала из 3 хозяйств на наличие *H. parasuis*. При вскрытии павшие поросята, от которых был доставлен материал, имели сходные с данной болезнью патологоанатомические изменения: очаговая пневмония, наличие наложений фибрина на плевре, сердечной сорочке, скопление экссудата в грудной полости.

В результате исследований из патологоанатомического материала от 2 поросят из одного хозяйства были выделены микроорганизмы, по свойствам схожие с возбудителем гемофилеза: грамотрицательные, неподвижные коккобактерии, не растут на МПБ и МПА, на шоколадном агаре формируют росинчатые колонии, ферментируют глюкозу, сахарозу, не расщепляют маннит, не обладают гемолитической и уреазной активностью. Данные культуры были накоплены, суспендированы в физиологическом растворе и заморожены до дальнейших исследований.

Для бактерий видоспецифичным участком ДНК является фрагмент, кодирующий 16S РНК. Также при выявлении генома *H. parasuis* используются участки генов, отвечающих за факторы вирулентности и важные биохимические функции, например, *vtaA*, *EspP*, *infB*, *hsp60*, *tbpA*, *aroA* и др.

Для подбора праймеров и олигонуклеотидных зондов к фрагменту, кодирующему 16S РНК и ген *vtaA*, использовали выравненные относительно друг друга последовательности штаммов YHP170504 (NZ_CP054198.1), K3 (NZ_MNAY00000000.1), F9 (NZ_JHQI00000000.1), HPS412 (CP041334.1), H157 (NZ_WIGT00000000.1), D74 (CP018032.1), NCTC4557 (NZ_UGHL00000000.1), EHP1804 (NZ_CP069308.1), Nagasaki (NZ_CP018034.1), USDA-ARS-USMARC-188 (CP006954.1), vHPS7 (NZ_CP049089.1). Результат подбора праймеров представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Праймеры к генам *vtaA* и *infB*

Шифр праймера	Последовательность	Температура плавления, °C	Размер продукта, п.н.
16S1-F	CGACTTACTTGAAGCCATTCTTCTT	62.1	74
16S1-R	CCGCTTGCCATACCCCTCTT	62.8	
16S-pr	FAM-ATCGGAAGTATTAGAATTAAGTGC-BHQ1	57.9	
<i>vtaA</i> -F	AAATATTTAGAGTTATTTGGAGTC	54.4	258
<i>vtaA</i> -R	AATATACCTAGTAATACTAGACTTAAAG	56.6	
<i>vtaA</i> -pr	FAM- CAGAATAAGCAAAATCAGC-BHQ1	53.3	

Для оценки специфичности праймеров и зондов была поставлена ПЦР с имеющимся положительным клиническим материалом (2 клинических штамма и штамм *Haemophilus parasuis* КМИЭВ-16Б). Для этого использовали следующие параметры:

- реакционная смесь: 2,5 мкл 10X премикса «ArtMix», по 10 пмоль прямого и обратного праймера, 5 пмоль зонда, деионизированная вода до 20 мкл, 5 мкл ДНК;
- условия реакции: первоначальная денатурация 94°C – 2 мин., далее 40 циклов: денатурация 94°C – 30 сек., отжиг 58 (52-для гена *vtaA*)°C (учет флуоресценции) – 30 сек., элонгация 67°C – 30 сек.

В результате реакции (рисунки 1 и 2, таблица 2) набор праймеров и зонда к гену *infB* выявил 3 положительных образца из 3, а набор праймеров и зонда к гену *vtaA* выявил 2 положительных образца из 3. Кроме того, ввиду одинаковой концентрации компонентов и исследуемой ДНК для обеих реакций, более высокие показатели уровня флуоресценции и меньшее значение C_t также проявили праймеры и зонд к гену *infB*. Таким образом, более специфичными являются олигонуклеотиды к гену *infB*, которые будем использовать в дальнейшей работе.

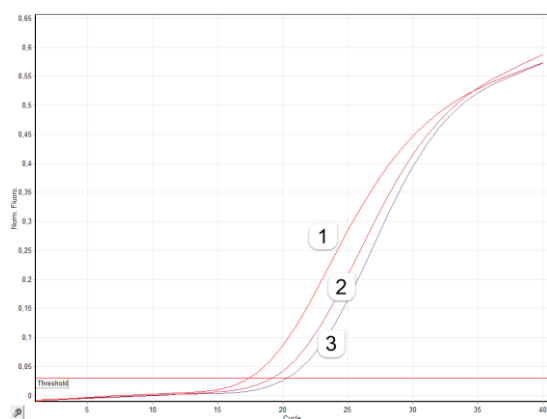


Рисунок 1 – Результат постановки ПЦР (ген *infB*)

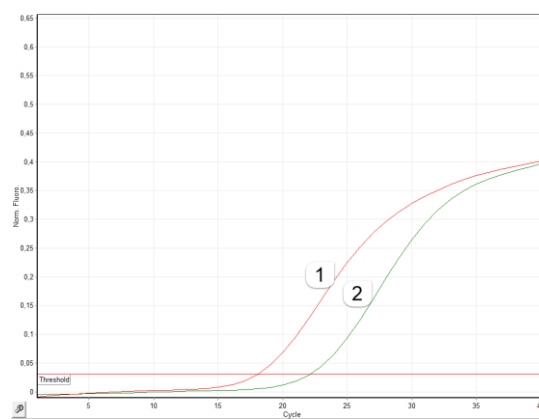


Рисунок 2 – Результат постановки ПЦР (ген *vtaA*)

Примечания: 1 - Штамм *Haemophilus parasuis*; 2 - клинический образец №1; 3 - клинический образец №2.

Таблица 2 – Результаты постановки ПЦР с праймерами к генам *vtaA* и *infB*

Показатель	Праймеры и зонд к гену	
	<i>vtaA</i>	<i>infB</i>
Количество образцов	3	3
Количество положительных образцов	2	3
Максимальный уровень флуоресценции для клинической пробы 1	0,39	0,57
Максимальный уровень флуоресценции для клинической пробы 2	-	0,59
Максимальный уровень флуоресценции для штамма <i>Haemophilus parasuis</i>	0,4	0,57
C _t для клинической пробы 1	22,10	19,22
C _t для клинической пробы 2	-	20,37
C _t для штамма <i>Haemophilus parasuis</i>	18,04	17,41

Ввиду того, что *Haemophilus parasuis* относится к семейству *Pasteurellaceae*, провели проверку отсутствия перекрестной реакции с геномом пастерелл и других возбудителей респираторных болезней свиней из ранее протестированного клинического материала. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результат выявления генома *Haemophilus parasuis* с различным клиническим материалом

Вид материала	Результат выявления генома <i>Haemophilus parasuis</i>
Штамм <i>Haemophilus parasuis</i>	положительно
Клинический образец, содержащий <i>Pasteurella multocida</i> serotum A	отрицательно
Клинический образец, содержащий <i>Pasteurella multocida</i> serotum D	отрицательно
Клинический образец, содержащий цирковирс 2 типа	отрицательно
Клинический образец, содержащий <i>Bordetella bronchiseptica</i>	отрицательно
Клинический образец, содержащий <i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>	отрицательно
Клинический образец, содержащий вирус РРСС	отрицательно
Клинический образец, содержащий <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	отрицательно

Как видно из результатов постановки ПЦР, праймеры и зонд к гену *infB* специфичны только для *Haemophilus parasuis*. Геномы возбудителей респираторных болезней свиней не выявляются.

Закключение. Таким образом, в результате проделанной работы бактериологическим методом был подобран положительный клинический материал, содержащий геном *H. parasuis*. Пара праймеров и олигонуклеотидный зонд к гену *infB* показали высокую специфичность – выявили все положительные образцы и культуры изучаемого микроорганизма и не показали перекрестной реакции с другими возбудителями респираторных болезней свиней.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Conclusion. Thus, as a result of the research, a positive clinical material containing the *H. parasuis* genome was selected by the bacteriological method. A pair of primers and an oligonucleotide probe for the *infB* gene showed high specificity – they revealed all positive samples and cultures of the studied microorganism and did not show a cross-reaction with other agents of porcine respiratory diseases.

The work was performed with the financial support of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research.

Список литературы. 1. Новые и возвращающиеся болезни животных: монография / А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2016 – 400 с. 2. Дифференциальная диагностика болезней сельскохозяйственных животных : справочник / А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2010. – 500 с. 3. Шейко, И. П. Свиноводство : учебник / И. П. Шейко, В. С. Смирнов, Р. И. Шейко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 376 с. 4. Синица, Н. В. Гемофилезы свиней на агропромышленных комплексах Республики Беларусь / Н. В. Синица, О. Н. Локтева // Ветеринарный журнал Беларуси – 2015. - № 1. – С. 22-26. 5. Моисеева, Н. В. Гемофилезный полисерозит свиней / Н. В. Моисеева // Биотика. – 2015. – № 6(7). – С. 157-159. 6. Методы диагностики болезней сельскохозяйственных животных : учебное пособие для вузов / А. П. Курдеко [и др.]. – 3-е издание, стереотипное. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2021. – 208 с. 7. Дифференциальная диагностика болезней сельскохозяйственных животных / А. И. Ятусевич [и др.]; Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – 808 с. 8. Корочкин, Р. Болезнь Глессера, или гемофилезный полисерозит / Р. Корочкин // Ветеринарное дело (Минск). - 2021. - №12. - С. 3-12.

References. 1. Novye i vozvrashchayushchiesya bolezni zhivotnyh: monografiya / A. I. YAtusevich [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2016 – 400 s. 2. Differencial'naya diagnostika boleznej sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh : spravochnik / A. I. YAtusevich [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – 500 s. 3. SHEjko, I. P. Svinovodstvo : uchebnyk / I. P. SHEjko, V. S. Smirnov, R. I. SHEjko. – Minsk : IVC Minfina, 2013. – 376 s. 4. Sinica, N. V. Gemofilezy svinej na agropromyshlennyh kompleksah Respubliki Belarus' / N. V. Sinica, O. N. Lokteva // Veterinarnyj zhurnal Belarusi – 2015. - № 1. – S. 22-26. 5. Moiseeva, N. V. Gemofileznyj poliserozit svinej / N. V. Moiseeva // Biotika. – 2015. – № 6(7). – S. 157-159. 6. Metody diagnostiki boleznej sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh : uchebnoe posobie dlya vuzov / A. P. Kurdeko [i dr.]. – 3-e izdanie, stereotipnoe. – Sankt-Peterburg : Izdatel'stvo "Lan", 2021. – 208 s. 7. Differencial'naya diagnostika boleznej sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / A. I. YAtusevich [i dr.]; Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I. T. Trubilina, Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Krasnodar : KubGAU, 2021. – 808 s. 8. Korochkin, R. Bolezni' Glessera, ili gemofileznyj poliserozit / R. Korochkin // Veterinarnoe delo (Minsk). - 2021. - №12. - S. 3-12.

Поступила в редакцию 12.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-31-35

УДК 619:618.14-002:636.2

МИОТОНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАПЧАТКИ ПРЯМОСТОЯЧЕЙ

Мирончик С.В. ORCID ID 0000-0002-8514-717X, Бабаянц Н.В. ORCID ID 0000-0002-3394-7829

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

В научной статье описаны результаты изучения миотонических свойств водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей, который, как было установлено, является перспективным средством для лечения коров с послеродовым эндометритом. Сократительные свойства экстракта лапчатки при введении внутриматочно проявляются через 40-60 минут, способствуя выведению патологического экссудата из половых органов больной самки. Применение водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей сокращает сроки лечения коров, больных послеродовым гнойно-катаральным эндометритом, на 1,2 дня. **Ключевые слова:** лапчатка прямостоячая, экстракт, корова, эндометрит, внутриматочное средство.

MYOTONIC PROPERTIES OF POTENTILLA ERECTA L.

Mironchik S.V., Babayants N.V.

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

The scientific article describes the results of studying the myotonic properties of the water-propylene glycol extract of *Potentilla erecta* L., which, as it was found, is a promising means for the treatment of cows with postpartum endometritis. The contractile properties of the *Potentilla* extract are manifested within 40-60 min after intrauterine administration, promoting the removal of pathological exudate from the genital organs of a sick female. The use of a water-propylene glycol extract of *Potentilla erecta* reduces the treatment time for cows with postpartum purulent-catarrhal endometritis by 1.2 days. **Keywords:** *Potentilla erecta*, extract, cow, endometritis, intrauterine means.

Введение. Растительное сырье в качестве действующих веществ лекарственных средств, применяемых в ветеринарии продуктивным животным, давно привлекает производителей экологически

чистых препаратов. Оно позволяет лечить животных и одновременно получать продукцию, которую можно выпускать без ограничений по антимикробным, гормональным и ингибирующим веществам. Но есть некоторые препятствия в развитии этого направления, ввиду того, что неподготовленное сырье из целебных растений имеет сложности в применении и в сыром виде не показывает высокой эффективности. С древних времен растения преимущественно применяются в форме отваров и настоев, в которых концентрируются их активные действующие вещества, но срок их хранения очень ограничен и при благоприятных условиях составляет не более 1-2 суток, что значительно осложняет производство из них готовых лекарственных форм длительного хранения.

Одним из современных способов обработки растений с целью извлечения активных веществ является экстрагирование, в результате которого получают сухие, водные, масляные, спиртовые, пропиленгликолевые, CO₂-экстракты и другие. Концентрация активных действующих веществ в экстрактах значительно выше, что позволяет растения использовать в качестве лекарственных средств [7], да и срок хранения за счет экстрагента, как правило, увеличивается. Это способствует актуализации исследований в направлении поиска и создания лекарственных препаратов на растительной основе.

Ценность и свойства экстракта определяются выбранным растительным сырьем, в частности его содержанием. Поэтому при поиске растения для лечения коров с наиболее часто регистрируемым акушерским заболеванием в послеродовой период – эндометритом [3, 6, 8], наш выбор пал на лапчатку прямостоячую.

Согласно литературным данным препараты лапчатки прямостоячей в форме экстракта или порошка относятся к малотоксичным веществам [2, 5] с богатым многокомпонентным составом. Корневища лапчатки прямостоячей содержат до 30% дубильных веществ, гликозид торментилин; тритерпеноиды (до 6%): хиновиковую кислоту, торментозид; смолы, кристаллический эфир торментол; фенол-карбоновые кислоты: галловую, хинную, эллаговую, кофейную, п-кумаровую, протокатехиновую, флавоноиды (кемпферол), флобафены; фенолы (флюроглюцин, пирокатехин, пирогаллол); катехин, воск, камедь, крахмал, макро- и микроэлементы [4].

Отвар из корневищ лапчатки прямостоячей оказывает вяжущее, противовоспалительное [9], кровоостанавливающее, бактерицидное действие, а также обладает отхаркивающим и желчегонным действием. Установлено, что водные извлечения из корневищ лапчатки обладают антимикробной [1], противопаразитарной и фунгицидной активностью.

Антимикробное действие данного растения мягкое и физиологичное, так как его биологически активные вещества являются по сути эубиотиками и к ним не развивается устойчивость патогенных возбудителей. Местное воздействие лапчатки на воспаленную слизистую оболочку заключается в защите от раздражения и повреждения микробными и другими неблагоприятными агентами, устранении острой воспалительной реакции, нормализации моторной функции кишечника, подавлении патогенной кишечной флоры и восстановлении эубиоза в кишечнике.

Общий противовоспалительный эффект связан с действием флавоноидов, а местный – с дубильными веществами, способными создавать биологическую пленку, которая защищает ткани от бактериальных, химических и механических воздействий, сопровождающих воспаление, при этом одновременно понижается проницаемость капилляров и сужаются сосуды.

В ходе наших научных исследований первоначально была отработана технология изготовления экстракта лапчатки прямостоячей и основной **целью** эксперимента являлось изучение воздействия водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей на организм коровы с послеродовым эндометритом при внутриматочном введении.

Для выполнения поставленной цели были определены и решены конкретные задачи:

1. Провести диагностическое обследование дойного стада для выявления заболеваемости коров послеродовым эндометритом, определить форму и особенности течения воспалительного процесса в матке для подбора животных в опытные группы.
2. Поставить производственный опыт по лечению коров с послеродовым эндометритом, определить миотонические свойства водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей, применяемого внутриматочно.

Материалы и методы исследований. В процессе производственного опыта в 2022 году были проведены научные исследования в условиях клиники кафедры акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» и МТК «Тулово» УП «Рудаково» Витебского района на фоне принятых в хозяйстве технологий ведения животноводства, с учетом условий кормления, содержания и ухода, доения, а также схем ветеринарных мероприятий.

Предметом научных исследований являлся водно-пропиленгликолевый экстракт лапчатки прямостоячей. Данный экстракт представляет собой суспензию темно-коричневого цвета с пряным запахом.

Объектом исследования служили подопытные животные – дойные коровы, больные послеродовым эндометритом; экссудат, выделяемый из матки больных коров.

С целью организации производственного опыта по изучению миотонических свойств водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей при внутриматочном применении определяли

распространение болезней половых органов у коров УП «Рудаково» МТФ «Тулово» в послеродовой период, а также проводили необходимые исследования в рамках акушерско-гинекологической диспансеризации стада.

В подопытные группы подбирались коровы в возрасте от 4 до 6 лет с послеродовым эндометритом (на 14-18 день после родов) и формировались опытная и контрольная группа. Группы комплектовались постепенно, по принципу условных аналогов, по мере выявления больных животных, то есть в группы включались коровы с одинаковым диагнозом, течением и степенью тяжести протекания заболевания. Диагноз ставили комплексно, на основании анамнестических данных и результатов клинического исследования, основным из которых являлось ректальное исследование.

Терапевтическая схема при послеродовом гнойно-катаральном эндометрите для коров контрольной группы заключалась в применении антимикробного средства (рецеф 50 подкожно в дозе 1 мл на 50 кг массы тела 1 раз в сутки в течение 5 дней) и миотонического препарата (окситоцин внутримышечно 2 раза в сутки в дозе 10 ЕД на 100 кг массы тела в течение 5 дней).

Животным опытной группы вводили антимикробное средство, как и коровам контрольной группы (рецеф 50 подкожно в дозе 1 мл на 50 кг массы тела 1 раз в сутки в течение 5 дней), а в качестве миотонического средства – апробируемый водно-пропиленгликолевый экстракт лапчатки прямостоячей внутриматочно в дозе 50,0 мл двукратно с интервалом 24 часа.

О терапевтической эффективности применяемых курсов лечения судили по динамике выздоровления и продолжительности течения болезни у подопытных животных.

Перед внутриматочным введением апробируемого водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей проводили соответствующую подготовку животного: санитарную обработку наружных половых органов у коров 0,05% раствором хлоргексидина биглюконата. Также обязательной манипуляцией являлось освобождение полости матки от экссудата путем ректального массажа матки в течение 2-3 минут. Испытуемый препарат перед введением подогревали до температуры 35-40°C, встряхивали, вводили внутриматочно (при ректальной фиксации шейки матки), используя стерильную полистероловую пипетку и шприц Жане.

Результаты исследований. Анализируя статистические данные первичной документации по оказанию ветеринарной помощи животным, а также учитывая итоги проведенных диспансеризаций, установили, что в послеродовой период наиболее распространенной патологией репродуктивной системы у коров МТФ «Тулово» УП «Рудаково» является эндометрит (регистрируется у 23,6% животных в пуэрперальный период). В 96,4% случаев диагностируется воспалительный процесс в момент острого течения, имеет гнойный или гнойно-катаральный характер.

Характер воздействия и эффективность водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей на организм коров, больных послеродовым гнойным и гнойно-катаральным эндометритом изучали путем его внутриматочного введения на 14-18 сутки после родов. До внутриматочного введения при ректальном исследовании у подопытных животных устанавливали: матка увеличена в объеме (рог бывшего плодовместилища больше другого в два-четыре раза), дряблой или тестоватой консистенции, атонична, межроговая борозда сглажена, рога матки свисали в брюшную полость на 1/3 или 2/3, при ректальном массаже матки экссудация усиливалась, объем выделений составлял 50-200 мл.

После введения водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей в дозе 50,0 мл внутриматочно у подопытных животных в течение 40-60 минут наблюдались признаки сокращения матки, что выражалось в настороженности животного в целом, оглядывании на живот, в момент расположения лежа отмечались периодические легкие потуги, корень хвоста приподнят. И наиболее характерным признаком являлось периодическое выделение (в среднем через 30-50 минут) экссудата из полости матки. Содержимое матки имело коричневатый оттенок, что обусловлено введенным в матку экстрактом (рисунок 1а).

На выведение экссудата с введенным экстрактом у коров отсутствовала местная реакция по влагалищу, преддверию влагалища и наружным половым органам, что свидетельствует об отсутствии раздражающих свойств разработанного внутриматочного средства.

Через 12 часов объем выделений из матки резко уменьшался, экссудат приобретал больше катаральный характер (рисунок 1б), чем гнойный, что свидетельствовало о наступлении процесса выздоровления. Через 24 часа в экссудате при визуальном осмотре не устанавливалась примесь экстракта и количество его было незначительным (около 20 мл). При ректальном исследовании у всех подопытных животных объем матки уменьшался, ее ригидность восстанавливалась, консистенция становилась более упругой. Через 48 часов характер экссудата был преимущественно катаральный (рисунок 1в).

У животных контрольной группы, которым вводили в качестве миотонического средства окситоцин, такого ярко выраженного действия по сократительной способности матки и снижению экссудации не наблюдалось.

Что касается скорости выздоровления, то в опытной группе животных оно наступало в среднем через $4,3 \pm 0,34$ дня, а в контрольной – через $5,5 \pm 0,35$ дней, то есть применение водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей сокращает сроки лечения на 1,2 п.п. при

меньшем количестве подходов к корове с целью проведения лечебных манипуляций, в частности для введения миотонического средства с 10 внутримышечных инъекций до 2 внутриматочных введений. Кроме того, в опытной группе при ректальном исследовании через 2-3-е суток ригидность и межроговая борозда матки при ректальном исследовании лучше выражалась, консистенция матки была более упругой.

На протяжении производственного эксперимента у животных опытной и контрольной групп признаки ухудшения общего клинического состояния не проявлялись.



- а – экссудат, выделяемый из матки через час после введения экстракта лапчатки;
 б – экссудат, выделяемый из матки через 12 часов после введения экстракта лапчатки;
 в – экссудат, выделяемый из матки через 48 часов после введения экстракта лапчатки

Рисунок 1 – Характер экссудата, выделяемого из матки больной эндометритом коровы, при внутриматочном применении экстракта лапчатки прямостоячей

Закключение. При проведении производственных испытаний по внутриматочному применению водно-пропиленгликолевого экстракта лапчатки прямостоячей коровам с послеродовым эндометритом было установлено миотоническое свойство компонентов данного растения при воздействии на слизистую оболочку репродуктивного органа самок. Выполненные научные исследования позволяют определить данный экстракт как перспективное сырье для изготовления ветеринарных внутриматочных экологически чистых препаратов, не ограничивающих получение высококачественной продукции от животных, которым их применяют.

Conclusion. In the industrial trials on the intrauterine use of a water-propylene glycol extract of *Potentilla erecta* L. to cows with postpartum endometritis, the myotonic property of the components of this plant was established when exposed to the mucous membrane of the reproductive organ of females. The performed research allows us to identify this extract as a promising raw material for the manufacture of veterinary intrauterine environmentally friendly drugs that do not limit the production of high-quality products from animals to which they are applied.

Список литературы. 1. Антимикробная активность водных извлечений из подземных органов некоторых видов лапчатки / Д. М. Хисямова [и др.] // Фармация. – 2016. – Т. 65. – № 1. – С. 32-34. 2. Горчаков, В. В. Растительный моллюскоцид из лапчатки прямостоячей – *Potentilla erecta* (L.) Raensch / В. В. Горчаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 9 (143). – С. 147-152. 3. Мирончик, С. В. Диоксицеф – надежное средство для профилактики акушерской патологии в послеродовой период / С. В. Мирончик, Н. В. Бабаянц // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2018. – Т. 54, вып. 2. – С. 45-48. 4. Досаева, А. Н. Химический профиль отдельных видов лапчатки / А. Н. Досаева // Новое слово в науке: стратегии развития : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 10-11. 5. Хисямова, Д. М. Изучение острой токсичности извлечений из подземных органов *Potentilla erecta* L. и *Potentilla alba* L. / Д. М. Хисямова, В. А. Куркин, Е. Н. Зайцева // Молодые ученые и фармация XXI века : сборник научных трудов третьей научно-практической конференции с международным участием / Всероссийский НИИ лекарственных и ароматических растений. – Москва, 2015. – С. 478-480. 6. Кузьмич, Р. Г. Сократительная функция матки как основной фактор репродуктивного здоровья коровы / Р. Г. Кузьмич, Н. И. Гавериченко // Ветеринарное дело (Минск). – 2020. – № 5. – С. 17-24. 7. Лекарственные препараты, применяемые в акушерстве и гинекологии / Р. Г. Кузьмич [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2017. – с. 112. 8. Эффективная терапия коров с воспалением матки / Р. Г. Кузьмич [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 38-42. 9. Anti-inflammatory and vasoconstrictive properties of *Potentilla erecta* - a traditional medicinal plant from the northern hemisphere / Ute Wölflé [et al] // Journal of ethnopharmacology. – 2017. May 23;204: 86-94. DOI: 10.1016/j.jep.2017.03.058. Epub 2017 Apr 8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28400287/> – Дата доступа: 15.09.2022.

References. 1. Antimikrobnaya aktivnost' vodnyh izvlechenij iz podzemnyh organov nekotoryh vidov lapchatki / D. M. Hisyamova [i dr.] // Farmaciya. – 2016. – Т. 65. – № 1. – С. 32-34. 2. Gorchakov, V. V. Rastitel'nyj mollyuskocid iz lapchatki pryamostoyachej – *Potentilla erecta* (L.) Raensch / V. V. Gorchakov // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 9 (143.) – С. 147-152. 3. Mironchik, S. V. Dioksicef – nadezhnoe sredstvo dlya profilaktiki akusherskoj patologii v poslerodovoj period / S. V. Mironchik, N. V. Babayanc // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2018. – Т. 54, вып. 2. – С. 45–48. 4. Dosaeva, A. N. Himicheskij profil' ot del'nyh vidov lapchatki / A. N. Dosaeva // Novoe slovo v nauke: strategii razvitiya : materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEBOKSARY, 2022. – С. 10-11. 5. Hisyamova, D. M. Izuchenie ostroj toksichnosti izvlechenij iz podzemnyh organov *Potentilla erecta* L. i *Potentilla alba* L / D. M. Hisyamova, V. A. Kurkin, E. N. Zajceva // Molodye uchenye i farmaciya XXI veka : sbornik nauchnyh trudov tret'ej nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem / Vserossijskij NII lekarstvennyh i aromaticeskikh rastenij. – Moskva, 2015. – С. 478-480. 6. Kuz'mich, R. G. Sokratitel'naya funkciya matki kak osnovnoj faktor reproduktivnogo zdorov'ya korovy / R. G. Kuz'mich, N. I. Gavrichenko // Veterinarnoe delo (Minsk). – 2020. – № 5. – С. 17-24. 7. Lekarstvennye preparaty, primenyaemye v akusherstve i ginekologii / R. G. Kuz'mich [i dr.]. – Vitebsk : UO VGAVM, 2017. – s. 112. 8. Effektivnaya terapiya korov s vospaleniem matki / R. G. Kuz'mich [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 38–42. 9. Anti-inflammatoriae et vasoconstrictivae possessiones *Potentillae erectae* - medicinalis traditionalis ab hemisphaerio septentrionali / Ute Wölfe [et al.] // Acta ethnopharmacologiae. - 2017 Maii 23, 204: 86-94. DOI: 10.1016/j.jep.2017.03.058. Epub MMXVII VIII Apr. [Electronic resource]: - Accessus modus <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28400287/> - Access date: 09/15/2022.

Поступила в редакцию 11.11.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-35-38
УДК 619:614.3:615.276:636.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА «МАСТОВЕТ» ПРИ ЛЕЧЕНИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ЯЗВОЙ ПАЛЬЦЕВ

Руколь В.М. ORCID ID 0000-0002-9778-7051, Макеенко Е.В. ORCID ID 0000-0001-5994-8363,
Ховайло В.А. ORCID ID 0000-0001-7815-100X

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

В статье представлены результаты изучения влияния препарата «Мастовет» на заживление язв пальцев у крупного рогатого скота. Установлено, что данный препарат сокращает сроки лечения в среднем на 5,6 суток по сравнению с традиционным методом лечения сложным порошком. Суммарный экономический эффект применения препарата «Мастовет» составляет 56,84 рублей на одно животное. **Ключевые слова:** язва пальца, венчик, язва мякши, мякшиш копыта, заживление, мастовет.

THE EFFECTIVENESS OF USE OF THE DRUG MASTOVET IN TREATING CATTLE WITH DIGITAL ULCERS

Rukol V.M., Makeenko E.V., Khovailo V.A.

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

The article presents the results on studying the effect of the drug Mastovet on the healing of digital ulcers in cattle. It was found that this drug reduces the period of treatment by an average of 5.6 days compared to the traditional method of treatment with a complex powder. The total economic effect of the use of the drug Mastovet is 56.84 rubles per animal. **Keywords:** digital ulcer, coronary band, digital cushion ulcer, digital cushion, healing, Mastovet.

Введение. В скотоводстве развивается главным образом молочное направление. У высокопродуктивных коров, как правило, обнаруживается низкая резистентность, изнеженность, повышенная чувствительность к стрессу, патологическая гиперреакция даже на незначительные изменения условий содержания и неблагоприятные воздействия внешней среды, а малейшие травмы способствуют возникновению и распространению различных патологий, в том числе и ортопедических. Число заболеваний копыт у крупного рогатого скота неуклонно растет в связи с интенсификацией животноводства, строительством молочных комплексов и реконструкцией молочно-товарных ферм для концентрации большого поголовья на небольшой территории [2, 3, 4, 5]. Ортопедические болезни являются наиболее актуальной проблемой скотоводства, так как наносят значительный экономический ущерб хозяйствам за счет затрат на лечение, снижения продуктивности, выбраковки большого количества животных, причем чаще высокопродуктивных. Данные литературы говорят том, что 20-25% поголовья скота имеют ортопедические заболевания, а на комплексах с грубыми нарушениями содержания данная цифра может достигать 50% [1, 3]. Количество язвенных патологий (язва мякши (ЯМ), язва венчика (ЯВ), язва свода межкопытцевой щели (ЯС)) доходит до 71% от всех выявляемых патологий копыт у крупного рогатого скота [3, 6, 7].

Для лечения язвы мякиша у крупного рогатого скота в ветеринарии применяются различные лекарственные формы и препараты: порошок медного купороса, сложные порошки (перманганат калия с борной кислотой или порошком антибиотика, линимент Вишневского и т.п.). Большинство из приведенных препаратов требуют длительного применения, не отвечают современным требованиям по экологической чистоте (кумуляция в молоке, выдержка перед убоем, ограничения по использованию мяса и молока). В связи с этим поиск эффективных средств, которые влияют на основные стадии и фазы воспалительного процесса, остается актуальным.

Ветеринарный препарат «Мастовет» за счет своих действующих веществ обладает антисептическим, противовоспалительным, обезболивающим и улучшающим циркуляцию крови действием, оказывает смягчающий эффект на кожные покровы.

Целью данной работы явилась оценка динамики заживления язвенных поражений пальцев у крупного рогатого скота (коров) (язвы мякиша, венчика, язвы пальца) под влиянием ветеринарного препарата «Мастовет».

Материалы и методы исследований. Объектом наших исследований являлись дойные коровы. Клинико-экспериментальные исследования проводились нами в филиале «Полудетки» УП «Рудаво» Витебского района Витебской области (хозяйство с беспривязно-боксовым содержанием), а также в клинике кафедры общей, частной и оперативной хирургии УО ВГАВМ. Лабораторные исследования проводили в НИИ ПВМ и Б УО ВГАВМ.

Беспривязно-боксовое содержание предусматривает круглогодичное нахождение животных в коровнике, а также их свободное передвижение в загонах с комбинированным покрытием пола (в проходах – бетонное, в боксах – резиновое), уборка навоза проводится скрепером, в самотечную систему доение осуществляется с помощью доильного робота Lely ASTRONAUT, активный моцион отсутствует.

Нами было изучено распространение болезней пальцев у коров на основании результатов ортопедических диспансеризаций, проводимых в хозяйствах в вышеуказанный период.

Клинический статус животных определяли по общепринятым методикам. При этом обращали внимание на общее состояние, походку, наличие хромоты, клинические признаки ортопедических патологий. Исследования коров проводили в следующей последовательности:

- оценка походки животного и положение спины в движении;
- наличие и степень хромоты;
- фиксация животного в станке «Ортопед Профи», в стоячем положении, поочередная фиксация конечностей;
- проведение анатомо-функциональной расчистки и обрезка излишне отросшего копытцевого рога;
- наличие симптомов ортопедических патологий.

При язве пальца (ЯП) животные ставили конечность так, чтобы основная опора была на неповрежденную конечность, отмечалась сильная хромота опорного типа, изъязвление тканей разного размера и глубины, местная и общая болевая реакция животного и очаговое повышение температуры.

Для изучения действия ветеринарного препарата «Мастовет» на заживление язв пальцев у коров были сформированы две группы по 10 животных в каждой (порода, возраст, живая масса, удой, период лактации были одинаковыми): группа 1 (опытная) и группа 2 (контрольная).

В первый день у животных обеих групп проводили тщательную анатомо-функциональную расчистку и обрезку излишне отросшего копытцевого рога, хирургическую обработку тканей в области патологического процесса. После хирургической обработки в первый день лечения животным и опытной и контрольной групп для лечения применяли сложный порошок РВ (смесь перманганата калия, сульфадформа, борной кислоты, стрептоцида и тилозина) [4]. В дальнейшем, начиная с четвертого дня и до выздоровления для лечения коров опытной группы применяли ветеринарный препарат «Мастовет» методом аппликации на ткани в области патологического процесса и с последующим наложением защитной бинтовой повязки. В контрольной группе продолжили лечение применением препарата «Чем-спрей» и наложением защитной бинтовой повязки. Кратность выше перечисленных обработок: один раз в 3-4 дня до появления клинических (исчезновения хромоты, опора на конечность в покое, отсутствие болевой реакции при движении) и морфологических (закрытие язвенного дефекта эпителиальной тканью) признаков выздоровления. Оценка заживления проводили по макроскопическим признакам (хромота, болезненность, отек тканей области локализации патологического процесса, экссудация, изменение местной температуры язвенного очага, внешний вид грануляционной ткани, наличие и ширина эпителиального ободка на поверхности патологического очага).

Для общего анализа отбирали пробы крови из яремной вены и направляли в НИИ ПВМ и Б УО ВГАВМ.

Результаты исследований. В животноводческих хозяйствах Витебской области с беспривязно-боксовым содержанием коров было клинически обследовано 781 животное и выявлено 125 случаев ортопедических заболеваний, что составило 16% от общего поголовья, подвергнутого ортопедической диспансеризации. Из них с язвой пальца – 49 коров, язвой мякиша – 33, язвой венчика – 19,

пододерматитом – 8, тиломой – 7, язвой свода межкопытцевой щели – 4, ранами – 2, флегмоной – 2, остеоартритом копытцевого сустава – 1.

Ветеринарный препарат «Мастовет» обладает антисептическим, противовоспалительным, обезболивающим и улучшающим циркуляцию крови действием, оказывает смягчающий эффект на кожные покровы. Основными действующими веществами препарата являются камфора и метилсалицилат. Камфора является наиболее сильнодействующим эфирным маслом для наружного применения при лечении и профилактике воспалений. Относится к малотоксичным летучим веществам. Камфора хорошо растворяет липиды, отлично всасывается и оказывает локальное антисептическое и местное раздражающее действие, вызывая артериальную гиперемию тканей и стойкий согревающий эффект, это способствует активации фагоцитоза. Ее сосудорасширяющее действие проявляется как поверхностно, так и на более глуболежащие ткани. Выделение камфоры происходит с выдыхаемым воздухом. Метилсалицилат – метиловый эфир салициловой кислоты, относится к ненаркотическим анальгетикам, является малотоксичным веществом. При нанесении на кожу быстро проникает в глубокие слои кожи, абсорбируется, гидролизруется до аниона салициловой кислоты. Оказывает противовоспалительное, согревающее и анальгезирующее действие. Выделяется с мочой.

До лечения у коров опытной и контрольной групп отмечали разной степени хромоту опорного типа. Макроскопически при язве мякиша в области пальцевого мякиша наблюдали изъязвление тканей, истечение большого количества экссудата, резко выраженные отек, болезненность; в области венчика – разрастание патологической грануляционной ткани и изъязвление тканей, истечение большого количества экссудата, резко выраженные отек, болезненность; при язве пальца (ЯП) – изъязвление тканей, истечение небольшого количества экссудата, выраженный отек, болезненность при пальпации. У всех коров отмечалось повышение местной температуры язвенного очага, по сравнению с аналогичным участком на конечности без патологии.

На 4-й день лечения у коров опытной группы отмечали хромоту средней степени. Болезненность, отек, экссудация были умеренно выражены, грануляционная ткань мелкозернистая. Местная температура патологического очага снизилась. В контрольной группе на 4-й день хромота, болезненность, отек, экссудация были резко выражены, поверхность язвенного очага была мокнущая, ярко красного цвета, местами покрыта влажными корками, после снятия которых отмечается капиллярное кровотечение. Местная температура снизилась незначительно.

На 7-й день лечения у коров опытной группы отмечали хромоту слабой степени, умеренно выраженную болезненность, слабовыраженный отек. Местная температура в области патологического очага была несколько повышена. Очаг язвенного поражения был полностью покрыт мелкозернистой грануляционной тканью красного цвета. По краю патологического очага наблюдался тонкий ободок эпителизации. Данные изменения оценивались как затухание интенсивной воспалительной реакции и начало регенерации.

В контрольной группе коров на 7-й день опыта хромота, болезненность сохранились и были умеренно выражены. Отмечались слабо выраженные отек и экссудация. Местная температура патологического очага была повышена. Отмечалось наличие в центре патологического очага крупнозернистой грануляционной ткани. Эпителизации патологического очага не наблюдалось. Таким образом, регенеративные процессы были более выражены в опытной группе коров, при использовании ветеринарного препарата «Мастовет».

К 11-му дню лечения у коров опытной группы не отмечалось хромоты, болезненности, экссудации, отека, повышения местной температуры язвенной поверхности. Язвенный очаг был выполнен на уровне здоровых тканей мелкозернистой грануляционной тканью, хорошо выражен эпителиальный ободок шириной 2-3 мм. У коров контрольной группы на 11-й день лечения регистрировали слабо выраженную хромоту и повышение местной температуры патологического очага, язвенный очаг был заполнен крупнозернистой грануляционной тканью на $\frac{3}{4}$ площади патологического процесса, розово-розового цвета, эпителиальный ободок по краю раны был прерывистый, шириной 1-2 мм.

К 15-му дню лечения у коров опытной группы по краю патологического очага хорошо выражена зона эпителизации, шириной до 7 мм. Грануляционная ткань мелкозернистая, розово-красного цвета. Хромота у животных отсутствовала. В контрольной группе после 15 дней лечения дефект тканей был неоднородный на разных участках: в центре патологического очага мелкозернистая грануляционная ткань, а по периметру – крупнозернистая, что свидетельствует о вялотекущем заживлении. У коров отмечалась хромота слабой степени, отек и повышение местной температуры патологического очага.

К 18-19 суткам лечения у коров опытной группы отмечалось клиническое выздоровление (рана полностью покрыта эпителием, хромота отсутствует). В контрольной группе к 18-19 суткам лечения зона эпителизации раны была прерывистой, в центре очага отмечалось наличие крупнозернистой грануляционной ткани.

В контрольной группе полная эпителизация наступила к 23-м суткам лечения.

До начала лечения в анализе морфологического состава крови коров опытной и контрольной групп отмечалось наличие сегментоядерной нейтрофилии, что свидетельствует о нормальной реакции организма животных на воспаление. В последующем количество нейтрофилов приходило в нор-

му уже к четвертым суткам с начала лечения в опытной группе и к седьмым – в контрольной. Остальные показатели общего анализа крови находились в обеих группах в пределах физиологических колебаний.

Заключение. При круглогодичной беспривязно-боковой системе содержания ортопедические патологии достаточно широко распространены и составляют 16% от обследованного поголовья. Наиболее распространенными патологиями являются язвы пальца (ЯП) – 39% от всех выявленных патологий. Эпителизация патологического очага, отсутствие хромоты, болезненности, отека и повышения местной температуры патологического очага расценивали как клиническое выздоровление. В опытной группе, где применялся ветеринарный препарат «Мастовет», клиническое выздоровление регистрировалось в среднем на $18,1 \pm 0,25$ день, что на пять дней быстрее, по сравнению с контрольной группой ($23,7 \pm 0,21$ день). В опытной группе, по сравнению с контрольной, показатели крови пришли в норму в среднем на 3 дня раньше.

Conclusion. With a year-round free-box system of housing, the orthopedic pathologies are quite wide spread and account for 16% of the examined livestock. The most common pathologies are digital ulcers (DU) – 39% of all detected pathologies. The epithelization of the pathological focus, the absence of lameness, tenderness, swelling and an increase in the local temperature of the pathological focus was regarded as a clinical recovery. In the experimental group, where the veterinary drug Mastovet was used, the clinical recovery was recorded on average on the day 18.1 ± 0.25 , which was 5 days earlier as compared to the control group (23.7 ± 0.21 day). In the experimental group, compared with the controls, blood indicators returned to normal on average 3 days earlier.

Список литературы. 1. Болезни рога – хлопот много / Э. Веремей [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – № 11. – С. 54-56. 2. Ладанова, М. А. Лечение КРС со специфической язвой подошвы / М. А. Ладанова, А. А. Стекольников // Материалы II Международного Ветеринарного Конгресса VETistanbul Group-2015, 7-9 April, 2015. – Saint-Petersburg : СПбГАВМ, 2015. – С. 250-252. 3. Лопатин, С. В. Основные болезни пальцев молочного крупного рогатого скота и микрофлора патологий / С. В. Лопатин, А. А. Самолов // Ветеринария. – 2012. – № 8. – С. 23-25. 4. Руколь, В. М. Патоморфогенез язвенных поражений пальцевого мякиша у коров / В. М. Руколь, А. Л. Лях, Е. В. Ховайло // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2017. – № 3. – С. 86–89. 5. Руколь, В. М. Язвы пальцев у крупного рогатого скота (этиопатогенез, лечение и профилактика) : рекомендации / В. М. Руколь, А. Л. Лях, Е. В. Ховайло. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 26 с. 6. Руколь, В. М. Профилактика болезней конечностей в условиях интенсификации молочного скотоводства / В. М. Руколь, К. В. Вандич, Т. А. Хованская // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 24–28. 7. Ховайло, Е. В. Биохимические и морфологические показатели копытцевого рога у коров при стойлово-пастбищном содержании / Е. В. Ховайло, А. Л. Лях, В. А. Ховайло // Ученые записки учреждения образования "Витебская орден "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 1. – С. 87–90. 8. Ховайло, Е. В. Влияние двигательной активности на качество копытцевого рога коров / Е. В. Ховайло // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2013. – № 3. – С. 129-130.

References. 1. Horn diseases are a lot of trouble / E. Veremey [and others] // Belarusian agriculture. – 2011. – № 11. – S. 54-56. 2. Ladanova, M. A. Treatment of CRS with a specific sole ulcer / M. A. Ladanova, A. A. Stekolnikov // Materials of the II International Vete-Rinar Congress VETistanbul Group-2015, 7-9 April, 2015. – Saint-Petersburg: SPBGAVM, 2015. – S. 250-252. 3. Lopatin, S.V. The main diseases of the fingers of dairy cattle and microflora pathologies / S.V. Lopatin, A.A. Samolov // Veterinary medicine. – 2012. – № 8. – S. 23-25. 4. Rukol, V. M. Pathomorphogenesis of ulcerative lesions of the finger crumb in cows / V. M. Rukol, A. L. Lyakh, E. V. Khovailo // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. – 2017. – № 3. – S. 86-89. 5. Rukol, V. M. Finger ulcers in cattle (etiopathogenesis, treatment and prevention): recommendations / V. M. Rukol, A. L. Lyakh, E. V. Khovailo. – Vitebsk: VGAVM, 2017. – 26 p. 6. Rukol, V. M. Prevention of limb diseases in conditions of intensification of dairy cattle breeding / V. M. Rukol, K. V. Vandich, T. A. Khovanskaya // Our agriculture. Veterinary science and animal husbandry. – 2014. – № 2. – S. 24-28. 7. Khovailo, E.V. Biochemical and morphological indicators of the hoof horn in cows with stoilovo-pastoral maintenance / E.V. Khovailo, A. L. Lyakh, V. A. Khovailo // Scientific notes UO VGAVM. – 2013. – T. 49, issue 1, part 1. – S. 87-90. 8. Khovailo, E.V. Effect of motor activity on the quality of the hoof horn of cows / E.V. Khovailo // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. – 2013. – № 3. – S. 129-130.

Поступила в редакцию 20.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-38-42
УДК 619:616:578.834.1-091:636.934.57

ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ COVID-19 У ДОМАШНИХ ПИТОМЦЕВ

Субботина И.А. ORCID ID 0000-0001-8346-2988, Куприянов И.И. ORCID ID 0000-0001-7436-3099

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

Приведены данные по основным лечебно-профилактическим мероприятиям при COVID-19 у домашних питомцев, показаны основные мероприятия, направленные на предотвращение риска заноса возбудителя SARS-CoV-2 как в популяцию домашних животных, так и населению. Определены основные мероприятия,

направленные на предотвращение интенсивного распространения возбудителя в окружающей среде и среди животных и населения. Применение разработанного и утвержденного комплексного плана мероприятий позволит минимизировать риск распространения болезни, снизить количество летальных исходов, а также позволит снизить вероятность формирования природных очагов новой коронавирусной инфекции COVID-19.
Ключевые слова: SARS-CoV-2, COVID-19, домашние питомцы, лечебно-профилактические мероприятия.

THERAPEUTIC AND PREVENTIVE MEASURES AGAINST COVID-19 IN PETS

Subotsina I.A., Kupryianav I.I.

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

*The data on the main therapeutic and preventive measures for COVID-19 in pets are presented, the main measures aimed at preventing the risk of introducing the SARS-CoV-2 pathogen into both the pet and human population are shown. The main measures aimed at preventing the intensive spread of the pathogen in the environment as well as among the animal and human population have been determined. The application of the developed and approved comprehensive plan of measures will minimize the risk of the disease spreading, reduce the death rate, and will also reduce the likelihood of the formation of natural foci of a new coronavirus infection COVID-19. **Keywords:** SARS-CoV-2, COVID-19, pets, therapeutic and preventive measures.*

Введение. В критические периоды пандемии COVID-19 не только медицинские услуги во многих странах мира оказывались перегруженными количеством пациентов, находящихся на медицинском лечении, но и ветеринарные клиники ощутили проблемы в отношении правил поведения с посетителями и их питомцами. В первую очередь речь шла об использовании и доступности медицинского оборудования и расходных материалов, включая средства индивидуальной защиты (СИЗ), дезинфектантов, которые в ряде случаев оказались в дефиците. После официального признания возможности передачи нового вируса от человека к животным и после множественных случаев заболевания домашних и диких животных обострился вопрос лечения и профилактики COVID-19 не только у людей, но и у животных. Дальнейшее изучение как самого возбудителя, так и эпидемических особенностей заболевания позволило создать и внедрить в практику различные вакцины и терапевтические препараты сначала для людей, но в последующем данные вопросы были подняты и в практике ветеринарного врача [1, 2, 3, 6].

На сегодняшний день доступные многочисленные данные по регистрации и распространению COVID-19 среди различных видов животных показывают необходимость более детального изучения возбудителя и самой болезни, их особенностей, а также необходимость разработки планов лечебно-профилактических мероприятий для предотвращения возникновения и распространения данной болезни в популяции животных [4, 5, 7].

Рядом международных организаций были предложены отдельные подходы для минимизации рисков попадания нового коронавируса в популяцию тех или иных видов животных, особенно в периоды локдаунов и жестких карантинных мероприятий. Так, например, ветеринарным специалистам было предложено проводить только экстренные ветеринарные услуги - процедуры, которые направлены на сохранение жизни питомцу, а вот плановые операции и неинвазивные процедуры должны быть отложены. Прививки и операции по кастрации было предложено считать несущественными. Однако в дальнейшем данные предложения были пересмотрены и даже доказана их неэффективность и вред (в ряде случаев), ведь, например, в некоторых приютах и питомниках проводятся плановые прививки в целях профилактики опасных заболеваний, в том числе и для снижения риска возникновения зоонозных заболеваний у человека.

На сегодняшний день различные международные организации, такие как ВОЗЖ, ФАО, ВОЗ, ЦКЗ и ряд других советуют владельцам питомцев следовать простым указаниям по профилактике болезни, и не бросать или выгонять своих любимцев [4, 6, 7, 8].

Целью нашей работы явилась разработка комплексного плана лечебно-профилактических мероприятий при COVID-19 у домашних питомцев.

Материалы и методы исследований. При разработке комплексного лечебно-профилактического плана при COVID-19 у животных нами использовались данные об эпизоотических и эпидемических особенностях болезни, полученные и изученные ранее.

При подборе терапевтических препаратов учитывались клинические признаки у животных. Клиническое исследование животных проводилось с использованием таких методов клинических исследований, как осмотр, термометрия, аускультация, пальпация, с акцентом на следующие показатели: общее состояние животного, аппетит, температура, количество дыхательных движений, тип дыхания, состояние кожи и слизистых оболочек, оценка дефекации и мочеиспускания. Препараты подбирались и использовались животным с учетом выявленных клинических признаков и согласно инструкции по применению препарата.

Исследования проводились с 2020 года по настоящее время среди поголовья животных (домашних кошек, собак), принадлежащих частным лицам (содержание на домашнем и свободном выгуле), поголовья питомников (содержание на дому) и содержащихся в приютах для животных (бездом-

ные животные). Диагноз на COVID-19 у животных ставили методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ – ПЦР) с использованием тест-систем для выявления РНК вируса SARS-CoV-2 в биологическом материале (набор для выделения РНК SARS-CoV-2, производитель «АртБиоТех», Минск, Республика Беларусь). Серологическое исследование проводили методом иммуно-ферментного анализа с использованием диагностического набора для определения специфических антител к вирусу SARS-CoV-2 в сыворотке, плазме и цельной крови животных (производитель – ID-VET, Франция). Работа проводилась в УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», ЛДУ «Витебская областная ветеринарная лаборатория», РНПЦ «Эпидемиологии и микробиологии» в г. Минске. Смывы со слизистых оболочек полости рта, полости носа и прямой кишки, а также с предметов окружающей среды брали ватными тампонами и помещали в стерильный физиологический раствор, после чего образцы помещали в герметичный контейнер с охлаждающим элементом и доставляли в лабораторию для исследования.

Результаты исследований.

Проведение скрининговых исследований по изучению циркуляции вируса в популяции кошки домашней и собак позволило установить наличие данного вируса у значительного количества животных, имеющих прямой или опосредованный контакт с инфицированными людьми, либо с контаминированными объектами окружающей среды. Исходя из анамнестических данных в этих исследованиях и собственных исследований, инкубационный период при спонтанном заражении животных от человека составляет от 6 до 10 дней (реже – 14 дней). Основными клиническими признаками COVID-19 у домашних животных являются поражение респираторного тракта, реже – развитие конъюнктивита и увеита, поражение желудочно-кишечного тракта. Взрослые животные болеют более тяжело. Болезнь длится в среднем от двух до трех недель.

В терапии животных высокую эффективность при тяжелом течении болезни показала комплексная схема лечения, включающая использование (по показаниям и исходя из клинических признаков) препаратов симптоматической и патогенетической терапии: азитромицин, доксициклин, тилозин (для подавления вторичной бактериальной инфекции), дексафорт, преднизолон, спиронолактон (для снижения отеков, в первую очередь – отека легких), противодиарейные препараты, витаминно-минеральные добавки. Все препараты назначались и применялись согласно инструкциям по применению.

Для проведения вынужденной и профилактической дезинфекции животноводческих помещений нами были выбраны такие дезинфицирующие вещества, как КДП (комбинированный дезинфектант поверхностей) и Вироклин в 0,5% концентрации (согласно наставлению по применению). Оба препарата показали высокую эффективность и позволили минимизировать распространение инфекции в условиях питомников и приютов.

При составлении плана профилактических мероприятий нами учитывались как эпизоотические, так и эпидемические особенности болезни, исходя из чего мероприятия были разделены на общие и специфические, для защиты людей и животных.

Общие санитарно-противоэпидемические и противоэпизоотические мероприятия должны быть направлены на минимизацию риска заноса и распространения COVID-19 среди работников и поголовья животных. Они должны включать: административные (административно-хозяйственные) мероприятия; контроль состояния здоровья работников; контроль состояния здоровья животных; соблюдение правил личной гигиены и использование средств защиты органов дыхания (масок, респираторов), перчаток и других (далее – СИЗ); комплекс мер по социальному дистанцированию; уборка и дезинфекция помещений; информационно-разъяснительная работа по профилактике COVID-19.

Особое внимание необходимо уделять контролю состояния здоровья работников и контролю состояния здоровья животных. Необходимо избегать скопления работников и минимизировать их контакт. Ограничивать допуск к работе с животными больных работников, и работников-владельцев животных с признаками заразных болезней.

При проведении контроля за состоянием здоровья животных в организациях по обслуживанию животных и содержанию животных (клиники ветеринарные со стационаром, зоомагазины, гостиницы для животных, приюты, питомники и др.) ежедневного проводят визуальный контроль состояния животных с целью выявления у них признаков заболевания (отказ от корма, угнетение, респираторные проявления и другие). При обнаружении у животных вышеуказанных признаков обеспечить их изоляцию от других животных и работников, произвести измерение температуры и иные лечебно-диагностические процедуры. Необходимо обеспечивать обязательную дезинфекцию инструментария после каждого использования с применением средств дезинфекции, эффективных в отношении вирусов, по режиму в соответствии с инструкцией производителя, регулярно проводить дезинфекцию помещений. В лечебно-диагностических учреждениях необходимо обеспечение условий для отбора, временного хранения и транспортировки проб биологического материала. Особое внимание следует уделять соблюдению правил личной гигиены и использованию СИЗ. Запрещать курение, принятие пищи и воды в производственных помещениях. Соблюдение работниками организации «респираторного этикета».

Отдельное внимание надо уделять уборке и дезинфекционным мероприятиям. Регулярно проводить влажную уборку помещений, в том числе производственных, мест общего пользования, с использованием моющих средств, а также средств дезинфекции, эффективных в отношении вирусов, в соответствии с рекомендациями производителя, с акцентом на дезинфекцию оборудования, инвентаря, контактных поверхностей: ручек дверей, выключателей, поручней, перил, поверхностей столов, спинок, сидений и подлокотников стульев, оргтехники, компьютерных клавиатур и мышек, телефонных аппаратов, рабочих поверхностей мебели, оборудования и других (далее – контактные поверхности) с кратностью обработки не менее 2 раз в день. Обеззараживание и обеспечение дезинфекционной обработки отходов жизнедеятельности животных проводить в соответствии с ветеринарно-санитарными правилами проведения ветеринарной дезинфекции.

Следует также проводить комплекс мер по социальному дистанцированию и дистанцированию между работниками и животными. С владельцами животных, заводчиками, работниками ветеринарных клиник и приютов проводить информационно-разъяснительную работу по профилактике COVID-19 среди восприимчивых животных.

Специфические санитарно-противоэпидемические и противоэпизоотические мероприятия должны включать:

1. Для приютов и питомников для животных:

- выделение отдельного изолятора для больных и подозрительных на заболевание животных, а также карантинного отделения для вновь поступивших животных;
- обеспечение нахождения всех вновь поступивших животных в карантинном отделении на срок не менее 21 дня с момента поступления с организацией ветеринарного наблюдения за ними;
- ежедневное проведение клинического осмотра всех животных организации. При появлении у животного симптомов, характерных для COVID-19, или при положительном результате лабораторного обследования на COVID-19, обеспечение немедленного его перевода в изолятор (до момента прекращения выделения вируса) и проведение лечебных мероприятий;
- закрепление работников за каждой группой животных, а также для работы в карантинном отделении и изоляторе. При невозможности – составить график планируемых работ в карантинном отделении и изоляторе с временным разрывом не менее 30 минут для полной смены одежды и СИЗ, проведения санитарной обработки, смены (либо обеззараживания) оборудования, инструментов и инвентаря.

2. При организации проведения зрелищных мероприятий с массовым участием населения и животных (выставках, соревнованиях и других):

- организация в местах проживания и (или) временного пребывания иногородних либо иностранных участников с животными необходимо:
- размещение их на отдельном этаже и (или) в блоке помещений;
- кормление животных на специально отведенных площадках и (или) в помещениях;
- проведение дезинфекционных мероприятий в местах содержания животных (как в помещениях, так и на выставочных и выгульных площадках, манежах, вольерах и других) с использованием дезинфицирующих средств, эффективных в отношении вирусов;
- организация выгула животных на специально отведенных площадках с минимизацией контакта между животными различных владельцев;
- недопущение на мероприятия лиц с признаками респираторной инфекции (температура тела 37,0°C и выше, кашель, насморк и другие);
- недопущение к участию в мероприятии животных с клиническими признаками заболеваний, в том числе симптомами респираторной инфекции (угнетение, повышение температуры, одышка, кашель, истечения из носа, истечения из глаз и др.);
- при составлении программ мероприятий предусматривать, при наличии возможности, проведение максимального числа из них на открытом воздухе.

Заключение. Проведенные исследования и полученные ранее результаты по эпизоотологическим особенностям болезни позволили разработать комплексный план лечебно-профилактических мероприятий при COVID-19 у домашних питомцев, что, в свою очередь, будет способствовать снижению рисков новых вспышек данного заболевания как в популяции животных, так и среди людей. Предложенные лечебно-профилактические мероприятия с использованием средств симптоматической и патогенетической терапии, вакцин для животных, позволят минимизировать случаи падежа животных и предотвратить интенсивное распространение болезни среди животных и населения, а также снизить интенсивность контаминации окружающей среды возбудителем данной болезни.

Conclusion. The studies carried out and the results obtained earlier on the epizootic characteristics of the disease have made it possible to develop a comprehensive plan for treatment and prevention of COVID-19 in pets, which, in turn, will help reduce the risk of new outbreaks of this disease both in the animal population and amongst humans. The proposed therapeutic and preventive measures using symptomatic and pathogenetic therapy, vaccines for animals, will allow to minimize the cases of death in animals, prevent the

intensive spread of the disease among animals and the human population, as well as to reduce the intensity of environmental contamination by the causative agent of this disease.

Список литературы. 1. Никифоров, В. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика, – Москва, 2020. – 48 с. doi: doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-2-87-93. 2. Саксена, Шайлендра К. Коронавирусная болезнь 2019 (COVID-19) / Шайлендра К. Саксена. – Сингапур: Springer 2020. – 213 с. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4814-7. 3. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. Available at: covid19.who.int/table (accessed on 20 January 2021). 4. Current status of epidemiology, diagnosis, therapeutics, and vaccines for novel coronavirus disease 2019 (COVID-19). Ahn DG [et al.] J Microbiol Biotechnol. 2020; 30(3): 313–324. doi: 10.4014/jmb.2003.03011. 5. OIE Technical Factsheet on Infection with SARS-CoV-2 in Animals www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our_scientific_expertise/docs/pdf/COV-19/A_Factsheet_SARS-CoV-2.pdf. 6. OIE Guidance on working with farmed animals of species susceptible to infection with SARS-CoV-2 www.oie.int/fileadmin/Home/MM/Draft_OIE_Guidance_farmed_animals_cleanMS05.11.pdf. 7. World Organisation for Animal Health (OIE), (2021). OIE Technical Factsheet: Infection with SARS-CoV-2 in animals. Available at: rr-asia.oie.int/wp-content/uploads/2020/06/200608_a_factsheet_sarscov-2.pdf (accessed on 20 January 2021). 8. WHO, Origins of the SARS-CoV-2 virus. Available at: https://www.who.int/health-topics/coronavirus/who-recommendations-to-reduce-risk-of-transmission-of-emerging-pathogens-from-animals-to-humans-in-live-animal-markets. (accessed on 20 January 2021). 9. Centres for Disease Control COVID-19 and Animals https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/animals.html.

References. 1. Nikiforov, V. Novaya koronavirusnaya infekciya (COVID-19): e'tiologiya, e'pidemiologiya, klinika, diagnostika, lechenie i profilaktika, – Moskva, 2020. – 48 s. doi: doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-2-87-93. 2. Saksena, Shajlendra K. Koronavirusnaya bolezнь 2019 (COVID-19) / Shajlendra K. Saksena. – Singapur: Springer 2020. – 213 s. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4814-7. 3. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. Available at: covid19.who.int/table (accessed on 20 January 2021). 4. Current status of epidemiology, diagnosis, therapeutics, and vaccines for novel coronavirus disease 2019 (COVID-19). Ahn DG [et al.] J Microbiol Biotechnol. 2020; 30(3): 313–324. doi: 10.4014/jmb.2003.03011. 5. OIE Technical Factsheet on Infection with SARS-CoV-2 in Animals www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our_scientific_expertise/docs/pdf/COV-19/A_Factsheet_SARS-CoV-2.pdf. 6. OIE Guidance on working with farmed animals of species susceptible to infection with SARS-CoV-2 www.oie.int/fileadmin/Home/MM/Draft_OIE_Guidance_farmed_animals_cleanMS05.11.pdf. 7. World Organisation for Animal Health (OIE), (2021). OIE Technical Factsheet: Infection with SARS-CoV-2 in animals. Available at: rr-asia.oie.int/wp-content/uploads/2020/06/200608_a_factsheet_sarscov-2.pdf (accessed on 20 January 2021). 8. WHO, Origins of the SARS-CoV-2 virus. Available at: https://www.who.int/health-topics/coronavirus/who-recommendations-to-reduce-risk-of-transmission-of-emerging-pathogens-from-animals-to-humans-in-live-animal-markets. (accessed on 20 January 2021). 9. Centres for Disease Control COVID-19 and Animals https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/animals.html.

Поступила в редакцию 19.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-42-47
УДК 611.441:599.735.34

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И НАДПОЧЕЧНИКОВ У ЕВРОПЕЙСКОЙ КОСУЛИ В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ

Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704

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

В статье изучены закономерности морфологических изменений щитовидной железы и надпочечников европейской косули, которые следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на поддержание метаболического гомеостаза в зоне радиационного воздействия. **Ключевые слова:** косуля, морфология, надпочечники, щитовидная железа, радиация, онтогенез.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE THYROID AND ADRENAL GLAND IN THE EUROPEAN ROE DEER IN THE CONDITIONS OF THE BELARUSIAN SECTOR OF THE ZONE

Fiadotau D.N.

EE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus

The article studies the patterns of morphological changes in the thyroid gland and adrenal glands of the European roe deer, which should be considered as a compensatory-adaptive reaction of the body aimed at maintaining metabolic homeostasis in the zone of radiation exposure. **Keywords:** roe deer, morphology, adrenal glands, thyroid gland, radiation, ontogenesis.

Введение. Одна пятая часть территории Беларуси оказалась загрязненной радиоактивными веществами в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Более половины этой площади занято природными комплексами – лесами, лугами, водоемами. Обитающие здесь и на местах бывших населенных пунктов и сельхозугодий животные постоянно подвергаются воздействию повышенных уровней

ней радиации [1, 2, 4, 5]. Очень важны сведения о процессах накопления радионуклидов животными, в том числе косули европейской, которая является объектами промысла (источником пищевых продуктов для человека).

Животные являются биоиндикаторами влияния радионуклидов техногенного происхождения на природные экосистемы, следовательно, мониторинг морфогенеза ряда систем организма под влиянием загрязнения фауны радиоизотопами актуален и необходим [6, 7, 8].

Росту численности диких копытных способствовали увеличение естественной кормовой базы за счет бывших сельхозугодий, отсутствие фактора беспокойства, а также относительно мягкие зимы и заповедный режим [1, 3].

Цель исследований – изучить морфологию щитовидной и надпочечной желез у европейской косули на территории высокого радиоактивного загрязнения и снятия антропогенной нагрузки (в условиях белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС).

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению морфологических изменений щитовидных и надпочечных желез европейской косули выполнялись в лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», отделе экологии и фауны государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Животные отлавливались на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Зафиксированный в 10% нейтральном растворе формалина морфологический материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике. Обезвоживание и парафинирование кусочков органов проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» (Германия) типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC 350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили на роторном (маятниковом) микротоме «MICROM HM 340 E». Для изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70».

Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6». Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программного обеспечения по вводу и предобработке изображения «ScopePhoto».

Результаты исследований. Анатомические исследования показали, что щитовидная железа европейской косули, обитающей в белорусском секторе зоны отчуждения, состоит из правой и левой доли, которые имеют овальную форму, бордовый цвет и упругую консистенцию. Кровоснабжение щитовидной железы осуществляют краниальная, средняя и каудальная щитовидные и добавочная щитовидная артерии. Поверхность железы гладкая. У изучаемых нами половозрелых особей перешеек не просматривается. Доли щитовидной железы располагаются от 1-го до 5-го трахеального кольца. Доли железы лежат на кольцах трахеи несколько асимметрично (правая доля крупнее левой).

Абсолютная масса щитовидной железы у половозрелых особей европейской косули, обитающих на территории высокого радиоактивного загрязнения (и снятия антропогенной нагрузки), составляет $4,15 \pm 0,12$ г.

Щитовидную железу снаружи покрывает тонкая нежная капсула толщиной $17,68 \pm 1,17$ мкм, от которой отходят соединительнотканые перегородки, доходящие до центра железы, соединяясь между собой, в результате чего орган имеет хорошо выраженный дольчатый тип строения.

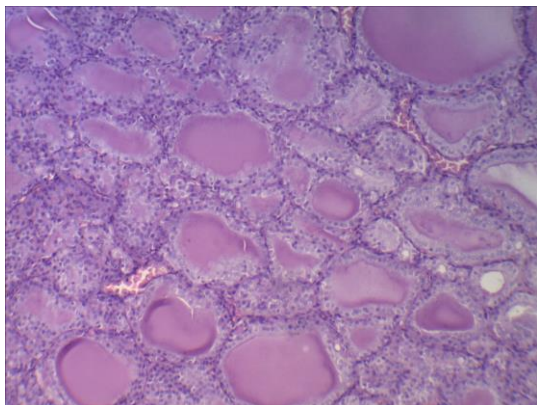


Рисунок 1 – Смешанный тип строения щитовидной железы европейской косули (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

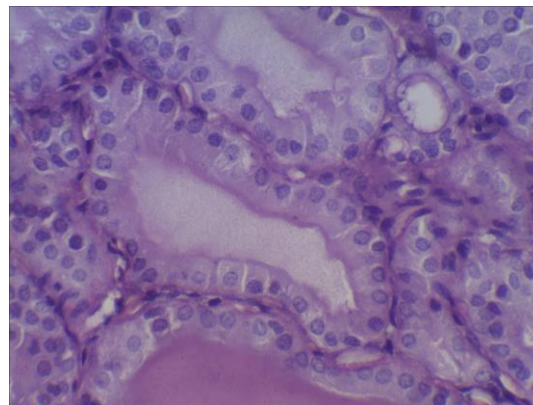


Рисунок 2 – Призматический тиреоидный эпителий в щитовидной железе европейской косули (окраска гематоксилин-эозином, $\times 400$)



Рисунок 3 – Кубический и призматический тиреоидный эпителий в крупных фолликулах с интенсивным выведением коллоида (окраска гематоксилин-эозином, $\times 400$)

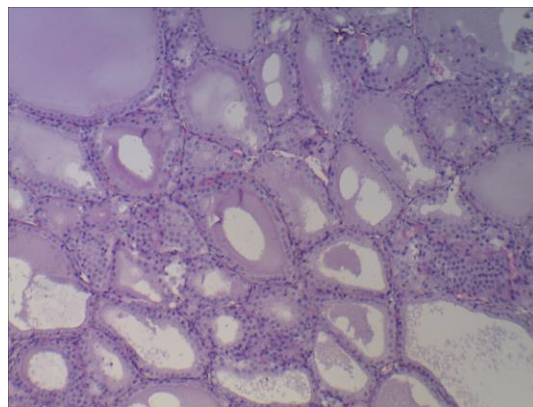


Рисунок 4 – Интерфолликулярные островки, представленные в виде «подушечек Сандерсона» в щитовидной железе европейской косули (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

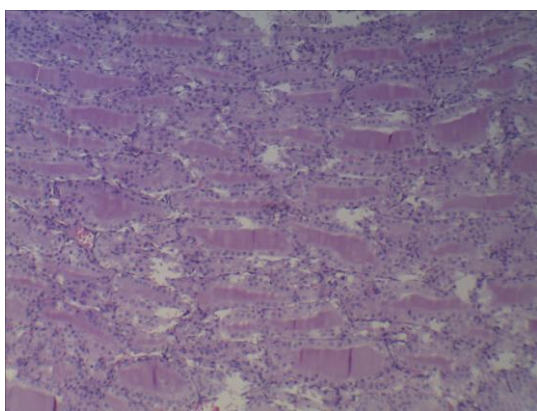


Рисунок 5 – Палочковидные или овально-вытянутые фолликулы с высокой степенью вакуолизации коллоида в щитовидной железе европейской косули (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

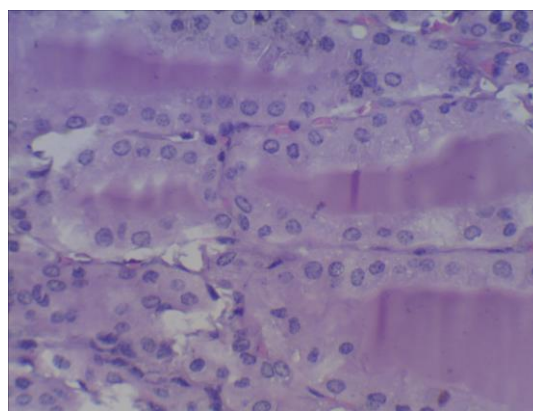


Рисунок 6 – Вакуолизация базальных концов клеток тиреоидного эпителия в щитовидной железе европейской косули (окраска гематоксилин-эозином, $\times 400$)

На гистологических срезах щитовидных желез у косуль тироциты представлены преимущественно призматической формы. Высота фолликулярного эпителия, определяющая степень развития функциональных клеток щитовидных желез, у косуль составляла $15,45 \pm 2,34$ мкм. Ядра тироцитов шаровидной формы (реже – вытянутой), расположены параллельно стенкам фолликулов. Большая часть ядер тироцитов содержит эухроматин и до 3 ядрышек, что указывает на активное участие эпителиоцитов в процессах белкового синтеза. Цитоплазма железистых клеток светлая, ядра – базофильные.

У косули выявляются в щитовидных железах интерфолликулярные островки, представленные в виде «подушечек Сандерсона», которые служат резервом развития новых фолликулов.

Щитовидная железа имеет смешанный тип строения, так как ее мозаичность фолликулов представлена мелкими, средними и крупными размерами. Фолликулы в щитовидной железе косули представлены округлой и овальной формы. Мелкие фолликулы располагаются в центре железы, с большой высотой фолликулярного эпителия, а средние и крупные – чаще под капсулой, реже – в центре. В крупных фолликулах, но также с кубическим и призматическим тиреоидным эпителием, наблюдается нарушение их правильной округлой формы за счет интенсивного выведения коллоида из фолликулов. Имеет место большое количество пристеночных вакуолей. Отмечается сильное расширение капилляров, оплетающих фолликулы. Говоря о размерах фолликулов, можно отметить, что в щитовидной железе сеголеток диаметр мелких фолликулов составляет $26,26 \pm 2,13$ мкм, средних фолликулов – $51,18 \pm 2,07$ мкм, а крупных – $101,01 \pm 5,01$ мкм. В железах косуль встречаются единично гигантские фолликулы, диаметр которых составляет $206,44 \pm 3,93$ мкм.

В одном случае признаки активной деятельности щитовидной железы выражены еще более резко. Наряду с большим количеством пристеночных вакуолей в коллоиде также наблюдается вакуолизация базальных концов клеток тиреоидного эпителия, сильное расширение капилляров, сплетающих фолликулы, наконец, интенсивное выведение коллоида из их полости, приводящее к изменению

их правильной округлой формы в неправильную овально-вытянутую. В палочковидных или овально-вытянутых фолликулах отмечается более высокая степень вакуолизации коллоида и его постоянное наличие в базальных концах тироцитов. В железах с такими фолликулами встречаются митозы в эпителии, что говорит об интенсивном росте железистой ткани наряду с активизацией экскреторной фазы ее деятельности (процесс выведения секрета в полости фолликула преобладает над его накоплением).

Анализ всего комплекса микроморфологических признаков изученных гистологических препаратов щитовидных желез показал, что во всех случаях часто встречаются митозы в интерфолликулярном эпителии и тироцитах, что говорит об интенсивном росте железистой ткани, наряду с активизацией ее деятельности. Нередко выявляются клетки с бледно окрашивающейся цитоплазмой, так называемые светлые тироциты, которые представлены призматической формой, и встречаются как в стенке фолликулов, так и в составе «подушечек Сандерсона». Настоящая гистологическая картина характерна для усиленного выведения тиреоидных гормонов, так как резорбционные вакуоли в коллоиде фолликулов укрупняются, увеличивается их количество. Наряду с выделением коллоида имеет место и секреция его внутрь фолликула, так как в некоторых аденомерах количество его в полости не уменьшается.

У европейской косули, обитающей в белорусском секторе зоны отчуждения, надпочечник представлен парной железой, расположенной на уровне последних двух грудных – I поясничного позвонков. Железы от краниального конца почки локализуются на расстоянии 2-3 см в жировой капсуле. Левый надпочечник бобовидной формы, а правый – сердцевидной. Цвет железы колеблется от темно-коричневого до темно-бордового. Консистенция надпочечника упругая, поверхность – гладкая, блестящая. Абсолютная масса надпочечников у половозрелых косуль составляет $3,54 \pm 0,72$ г.

Надпочечник европейской косули с поверхности покрыт хорошо выраженной мощной капсулой из плотной неоформленной соединительной ткани (с характерной двуслойностью). От капсулы в корковое вещество в виде лучей входят соединительнотканые прослойки, порой незначительной толщины. Толщина соединительнотканной капсулы составляет $86,03 \pm 7,57$ мкм.

Клубочковая зона коры надпочечника представлена своеобразной арочной зоной. Она состоит из вертикально расположенных тяжей клеток, иногда формирующих узкие пластинки. Клетки этой зоны разнообразной формы, часто вытянутые, а ядра сферической формы располагаются в центре, иногда эксцентрично. В ядрах чаще всего видны одно ядрышко и мелкие глыбки хроматина. Цитоплазма клеток часто ажурная.

Наибольшую часть коры в надпочечнике европейской косули занимает пучковая зона. Она однотипна на всем протяжении; клетки ее многоугольные, с крупными ядрами, расположенными центрально. Ядра чуть крупнее, чем в клубочковой зоне, ядрышки в них выделяются отчетливо, а хроматиновые глыбки очень мелкие, отчего ядро часто приобретает пузырьковидный вид. Цитоплазма спонгиозитов оксифильна и не имеет выраженного пенистого вида.

При окраске суданом III в клубочковой и пучковой зонах выявляется основной запас липидов надпочечника косули, используемых в стероидогенезе. Липидные вкрапления золотисто-коричневого цвета располагаются вокруг ядер клеток, однако имеются крупные липидные оранжевые капли, которые заполняют всю клетку, окружая кариоплазму.

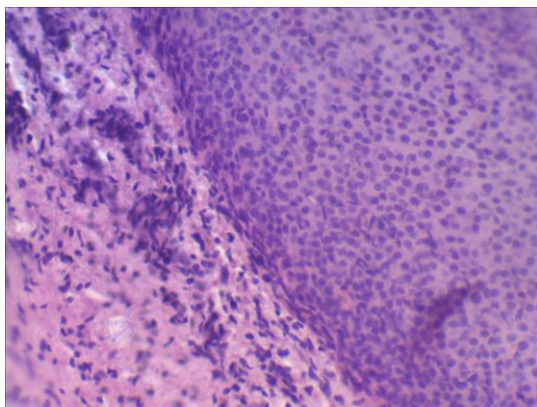


Рисунок 7 – Широкая капсула и сформированная клубочковая зона надпочечника европейской косули (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

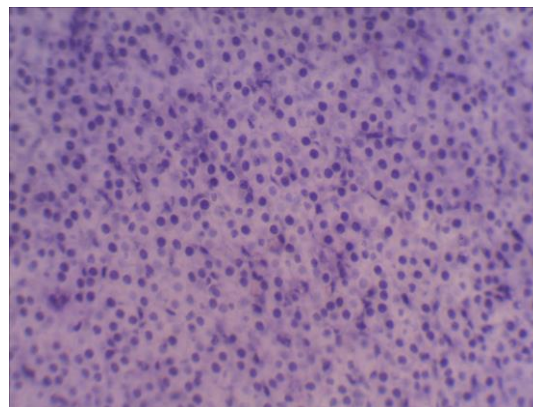


Рисунок 8 – Гистологическое строение пучковой зоны коры надпочечника европейской косули (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

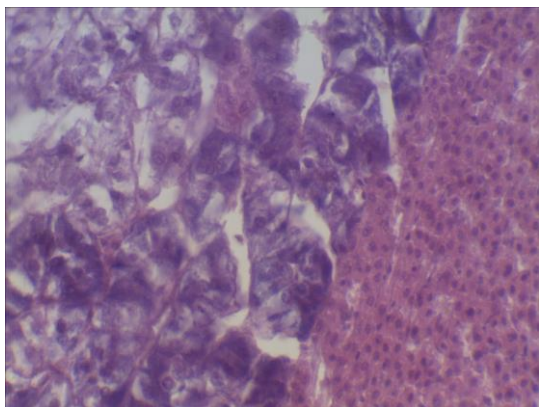


Рисунок 9 – Граница сетчатой зоны коры и мозгового вещества надпочечника европейской косули (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

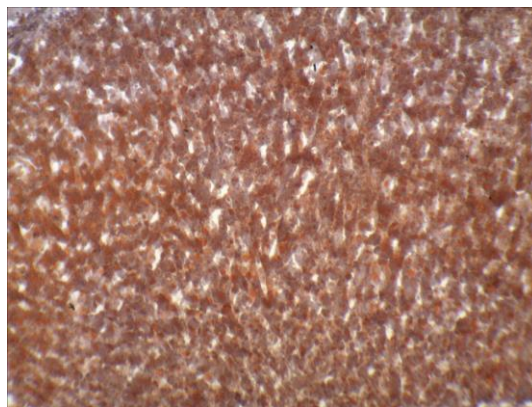


Рисунок 10 – Высокая концентрация липидов в клубочковой и пучковой зонах коры надпочечника европейской косули (окраска суданом III, $\times 100$)

Внутренняя часть коркового вещества надпочечника представляет сетчатая зона, которая образована клетками, меньшими по размерам, чем спонгиозиты пучковой зоны, и в большей степени разделенными синусоидными капиллярами и соединительной тканью. Адренокортикоциты анализируемой зоны представлены полигональной, округлой, иногда слегка вытянутой формой. Ядра клеток сетчатой зоны также меньших размеров и менее правильной сферической формы. Ядрышки в них выделяются не отчетливо, а хроматиновые глыбки крайне мелкие – пылевидные. Сетчатая зона менее богата суданофильными липидами.

Толщина коркового вещества надпочечника у косули составляет $901,03 \pm 44,48$ мкм. Наибольшая толщина выявлена у пучковой зоны и равна $491,16 \pm 29,56$ мкм. Минимальный показатель у сетчатой зоны – $170,05 \pm 23,33$ мкм. Толщина клубочковой зоны коры надпочечника у косуль составляет $239,82 \pm 16,04$ мкм.

Перимедуллярная прослойка соединительной ткани в надпочечнике косули отсутствует.

Мозговое вещество в надпочечнике европейской косули, в условиях высокого радиоактивного загрязнения, на гистологических срезах имеет значительный объем, толщиной $1050,09 \pm 42,18$ мкм. На поперечном сечении мозговое вещество имеет форму овала. Построено оно из хромоаффиноцитов двух типов: адреналиноциты (А-клетки) и норадреналиноциты (Н-клетки), которые имеют четкое топографическое распределение. А-клетки занимают периферическое расположение, а Н-клетки – центральное либо группами между тяжами А-клеток. Клетки на гистологических срезах хорошо различимы по интенсивности окрашивания их цитоплазмы (А-клетки преимущественно с базофильной цитоплазмой). А-клетки имеют цилиндрическую форму и четкие границы, тесно прилегают к широким венозным синусам, образуя около них как бы ряд муфт. Ядра овальные или округлые, бедные хроматином, локализованы в центре клетки. Н-клетки мельче, многогранной формы с неясными границами и шаровидными ядрами. Хроматин в ядре представлен пылевидной зернистостью, а мелкие ядрышки плохо заметны.

Закключение. Установленные нами закономерности морфологических изменений щитовидной железы и надпочечников у европейской косули, обитающей на территории белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на поддержание метаболического гомеостаза в зоне радиационного воздействия.

Conclusion. The patterns of morphological changes in the thyroid gland and adrenal glands that we have established in European roe deer living in the territory of the Belarusian sector of the exclusion zone of the Chernobyl nuclear power plant should be considered as a compensatory-adaptive reaction of the body aimed at maintaining metabolic homeostasis in the zone of radiation exposure.

Список литературы. 1. Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС / под ред. Л. М. Сущени, М. М. Пикулика, А. Е. Пленина. – Минск : Навука і тэхніка, 1995. – С. 200-210. 2. Кучмель, С. В. Мониторинг охотничьих и промысловых видов млекопитающих на территории ПГРЭЗ. Результаты 2005 года / С. В. Кучмель // 20 лет после чернобыльской катастрофы : сборник научных трудов. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2006. – С. 216–225. 3. Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2005. – 319 с. 4. Федотов, Д. Н. Формообразовательные процессы и морфологические изменения периферических эндокринных желез при адаптивно-приспособительных реакциях енотовидной собаки в зоне снятия антропогенной нагрузки и при действии радиоактивного загрязнения / Д. Н. Федотов, И. С. Юрченко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – №1 (10). – С. 68–71. 5. Федотов, Д. Н. Морфогенез щитовидной железы у енотовидной собаки в постнатальном онтогенезе на территории высокого радиоактивного загрязнения / Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ор-

дена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2022. - Т. 58, вып. 3. - С. 60-65. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-60-65. 6. Федотов, Д. Н. Особенности морфологических механизмов адаптаций эндокринных желез у млекопитающих на территории высокого радиоактивного загрязнения и снятия антропогенной нагрузки / Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2022. - Т. 58, вып. 2. - С. 23-26. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-2-23-26. 7. Федотов, Д. Н. Морфология надпочечников животных / Д. Н. Федотов. - Витебск : ВГАВМ, 2011. - 75 с. 8. Федотов, Д. Н. Щитовидная железа млекопитающих: особенности строения и топографии / Д. Н. Федотов // Современные аспекты фундаментальной и прикладной морфологии : Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 110-летию со дня рождения академика НАН Беларуси Д. М. Голуба, Минск, 15–16 сентября 2011 года. – Минск: БГМУ, 2011. – С. 275-278.

References. 1. Zhivotnyy mir v zone avarii Chernobyl'skoy AES / pod red. L. M. Sushcheni, M. M. Pikulika, A. Ye. Plenina. – Minsk : Navuka i tekhnika, 1995. – S. 200-210. 2. Kuchmel', S. V. Monitoring okhotnich'ikh i promyslovyykh vidov mlekopitayushchikh na territorii PGREZ. Rezul'taty 2005 goda / S. V. Kuchmel' // 20 let posle chernobyl'skoy katastrofy : sbornik nauchnykh trudov. – Gomel' : RNIUP «Institut radiologii», 2006. – S. 216-225. 3. Savitskiy, B. P. Mlekopitayushchiye Belarusi / B. P. Savitskiy, S. V. Kuchmel', L. D. Burko. – Minsk : Izd. Tsentru BGU, 2005. – 319 s. 4. Fedotov, D. N. Formoobrazovatel'nyye protsessy i morfologicheskiye izmeneniya perifericheskikh endokrinnykh zhelez pri adaptivno-prisposobitel'nykh reaktsiyakh yenotovidnoy sobaki v zone snyatiya antropogennoy nagruzki i pri deystvii radioaktivnogo zagryazneniya / D. N. Fedotov, I. S. Yurchenko // Veterinarnyy zhurnal Belarusi. – 2019. – №1 (10). – S. 68–71. 5. Fedotov, D. N. Morfogenez shchitovidnoy zhelezy u enotovidnoy sobaki v postnatal'nom ontogeneze na territorii vysokogo radioaktivnogo zagryazneniya / D. N. Fedotov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". - 2022. - T. 58, vyp. 3. - S. 60-65. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-60-65. 6. Fedotov, D. N. Osobennosti morfologicheskikh mekhanizmov adaptatsiy endokrinnykh zhelez u mlekopitayushchikh na territorii vysokogo radioaktivnogo zagryazneniya i snyatiya antropogennoy nagruzki / D. N. Fedotov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". - 2022. - T. 58, vyp. 2. - S. 23-26. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-2-23-26. 7. Fedotov, D. N. Morfologiya nadpochechnikov zhivotnykh / D. N. Fedotov. – Vitebsk : VGAVM, 2011. – 75 s. 8. Fedotov, D. N. SHCHitovidnaya zheleza mlekopitayushchih: osobennosti stroeniya i topografii / D. N. Fedotov // Sovremennyye aspekty fundamental'noy i prikladnoy morfologii : Sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika NAN Belarusi D. M. Goluba, Minsk, 15–16 sentyabrya 2011 goda. – Minsk: BGMU, 2011. – S. 275-278.

Поступила в редакцию 02.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-47-51

УДК 636.52/.58:611.013

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕРЕМЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ИНКУБАЦИИ НА МОРФОГЕНЕЗ ЖЕЛТОЧНОГО МЕШКА И РАЗВИТИЕ ЭМБРИОНОВ КУР ЯИЧНОГО КРОССА «ЛОМАНН БРАУН»

Челнокова М.И. ORCID ID 0000-0002-9353-767X, Сулейманов Ф.И.,
Челноков А.А. ORCID ID 0000-0003-0502-5752, Корчемкин В.Н.
ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Великие Луки, Российская Федерация

Цель исследования – изучить влияние переменной температуры инкубации на морфогенез желточного мешка и развитие эмбрионов кур. При переменных температурах на 18 сутки, в отличие от стандартной, малый диаметр ЭЭК, площадь, периметр и диаметр сосудов больше, но меньше – диаметр ядра, площадь клетки и ядра. Переменные температуры оказывали положительное влияние на развитие эмбрионов кур, выражающееся в повышении их массы к 20 суткам, снижении массы желточного мешка и наибольшем эффекте его использования эмбрионом. **Ключевые слова:** куриные эмбрионы, переменная температура инкубации, масса тела, желточный мешок, энтодермальные эпителиальные клетки (ЭЭК).

EVALUATION OF THE EFFECT OF VARIABLE INCUBATION TEMPERATURE ON THE MORPHOGENESIS OF THE YOLK SAC AND THE DEVELOPMENT OF EGG CROSS CHICKEN EMBRYOS "LOHMANN BROWN"

Chelnokova M.I., Suleymanov F.I., Chelnokov A.A., Korchemkin V.N.
FSBEI of HE "State Agricultural Academy of Velikie Luki", Velikie Luki, Russian Federation

The aim of the research is to study the effect of variable incubation temperature on the morphogenesis of the yolk sac and the development of chicken embryos. At variable temperatures on the 18th day, in contrast to the standard, the diameter of the EECs is small, the area, perimeter and diameter of the vessels are larger, but the diameter of the nucleus, the area of the cell and the nucleus are smaller. Variable temperatures had a positive effect on the development of chicken embryos, expressed in an increase in their weight by 20 days, a decrease in the weight of the yolk sac and the greatest effect of its use by the embryo. **Keywords:** chicken embryos, variable incubation temperature, body weight, yolk sac, endodermal epithelial cells (EECs).

Введение. Желточный мешок является провизорным органом и основным источником питательных веществ в эмбриональном развитии кур. Абсорбция питательных веществ из желтка и перенос их к эмбриону при различных эндогенных факторах является одним из основных посредников, влияющих на рост эмбрионов и развитие их органов [1, 2]. В отличие от млекопитающих, желточный мешок эмбриона птиц поддерживает их развитие на протяжении всего эмбриогенеза [3]. Желточный мешок является первой экстраэмбриональной мембраной, которая выходит из эмбриональной кишки примерно со 2-го дня и постепенно образует мембрану, окружающую содержимое желтка [4]. Ткань желточного мешка состоит из 3 слоев клеток, которые закладываются в упорядоченной последовательности в течение следующих 3-4 суток эмбриогенеза. Мезодермальные клетки желточного мешка мигрируют между эктодермальным и энтодермальным слоями, образуя место для эритропоза [5]. Ткань желточного мешка может быть морфологически разделена на желточное поле (*area vitellina*), которое не содержит мезодермального слоя и кровеносных сосудов, а также сосудистое поле (*area vasculosa*), содержащее мезодермальный слой, клетки крови и кровеносные сосуды. Со 2-х по 6-е сутки эмбрионального развития происходит быстрое расширение площади поверхности сосудистого и желточного полей. После 6-х суток площадь поверхности сосудистого поля продолжает увеличиваться до 12-х суток, тогда как площадь поверхности желточного поля уменьшается [4]. Площадь и масса ткани желточного мешка достигает своего максимального пика примерно на 15-е и 17-е сутки эмбриогенеза, а затем уменьшается к периоду вылупления [6].

Цель исследования – изучить влияние переменной температуры инкубации на морфогенез желточного мешка и развитие эмбрионов кур яичного кросса «Ломанн Браун».

Материалы и методы исследований. Объектом для исследований служили инкубационные яйца ($n=200$) кур кросса «Ломанн Браун» (ОАО «Волжанин» Ярославская область, пос. Ермаково), которые инкубировали с 1-го по 21-й день в инкубаторе ИЛБ-0,5 (Волгасельмаш, Россия) при 2 режимах: 1 – инкубация при переменных температурах ($37,8^{\circ}\text{C}$ – 1-14 сут.; $39,5^{\circ}\text{C}$ в течение 2 ч ежедневно – 15-17 сут.; $37,5^{\circ}\text{C}$ – 18 сут.; $37,0^{\circ}\text{C}$ – 19-21 сут.; относительная влажность воздуха – 57%) [7]; 2 – инкубация при стандартной температуре $37,6\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ с относительной влажностью воздуха 55%.

Морфометрическую оценку массы тела эмбрионов ($n=6$) и массы желточного мешка ($n=6$) проводили на 14-е, 18-е, 20-е сутки, с соблюдением этических норм при работе с живыми биологическими объектами, на аналитических весах Сартогосм ЛВ 210-А (Россия).

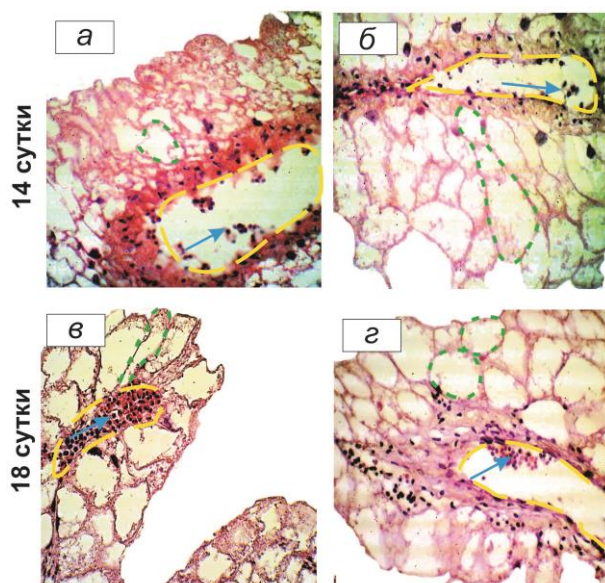
Эффективность использования остаточного желточного мешка (ОЖМ, %) определяли по отношению массы желтка ($M_{\text{желтка}}$, г) к массе тела ($M_{\text{тела}}$, г) (1) [1]:

$$\text{ОЖМ (\%)} = M_{\text{желтка}} (\text{г}) / M_{\text{тела}} (\text{г}) \times 100. \quad (1)$$

Постулируется, что наименьшее процентное содержание ОЖМ указывает на лучшую абсорбцию желтка эмбрионами [1].

Окраску срезов ($n=5$) эпителиальной ткани желточного мешка проводили гематоксилин-эозином по методу Эрлиха на 14-е и 18-е сутки инкубации. Микрофотосъемку препаратов эпителиальной ткани желточного мешка производили с помощью Digital Camera for Microscope «DCM 300» (Wise Digital, China) на базе микроскопа «Микмед-3» (ООО «Наблюдательные приборы», Санкт-Петербург, Россия). Цитоморфометрию энтодермальных эпителиальных клеток (ЭК) желточного мешка проводили с использованием программы ScreenMeter 1.0 («Софткей», Москва, Россия) и его сосудистого русла в программе Digimizer Ver. 5.7.2 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium). Статистический анализ данных проводили в программе Statistica 10.0. Для определения характера распределения использованы критерии Shapiro-Wilk's W test и Levene test. Статистическую значимость различий между исследуемыми параметрами определяли с помощью параметрического однофакторного дисперсионного анализа с последующим проведением апостериорного теста Bonferroni test и непараметрического критерия Mann-Whitney U-test. Статистически значимыми считали различия при $p<0,05$.

Результаты исследований. На 14-й день эмбрионального развития кур при обоих режимах инкубации ткань желточного мешка содержит ворсинкообразные структуры, состоящие из слоя ЭК с кровеносными сосудами в центре (рисунок 1, а-г). ЭК желточного мешка являются многофункциональными, которые выполняют важную физиологическую роль в поглощении питательных веществ, секреции ферментов и гормонов [2]. На поверхности ЭК желточного мешка находятся микроворсинки, которые увеличивают площадь поверхности для максимального взаимодействия с желтком. К 18-м суткам как при стандартной температуре, так и переменной, ЭК желточного мешка крупные, окружены тонкой стенкой цитоплазмы, ядра клеток почти не различаются. Визуально значительных различий в строении ткани в исследуемые сутки инкубации между стандартной и переменной температурой не наблюдалось.



Окраска гематоксилин-эозин (по Эрлиху).

Об. - 10, ок. - 15. Ворсинки желточного мешка, содержащие ЭЭК (зеленые пунктирные рамки), которые окружают центральный кровеносный сосуд (желтые пунктирные рамки).

Синяя стрелка – кровяные островки

Рисунок 1 – Микроморфологическая картина стенки желточного мешка на 14-е и 18-е сутки у эмбрионов кур кросса «Ломанн Браун» при стабильной температуре (а, в) и переменной температуре инкубации (б, г)

К 18-м суткам эмбриогенеза ЭЭК желточного мешка при переменных температурах уменьшаются в размерах. На 18-е сутки при переменных температурах отмечалось уменьшение в большом диаметре клетки – на $17,06 \pm 1,24$ мкм ($p=0,000$), диаметре ядра – на $1,54 \pm 0,82$ мкм ($p=0,043$), площади клетки – на $198,31 \pm 61,27$ мкм² ($p=0,043$). Однако, при стабильной температуре выявлено достоверно значимое увеличение только в диаметре ядра ЭЭК желточного мешка на $2,24 \pm 0,40$ мкм ($p=0,002$; таблица 1), а в остальных показателях различий не обнаружено ($p>0,05$). Сравнительный анализ цитометрических показателей выявил, что при переменных температурах инкубации на 14-е сутки эмбриогенеза большой и малый диаметр клетки был больше на $8,55 \pm 1,10$ мкм ($21,14 \pm 2,35\%$; $p=0,012$) и $8,63 \pm 2,25$ мкм ($53,25 \pm 5,43\%$; $p=0,012$) по сравнению со стабильной температурой, а площадь клетки – на $123,59 \pm 40,56$ мкм² ($24,55 \pm 7,26\%$; $p=0,045$). На 18-е сутки плодного периода развития при переменных температурах, в отличие от стандартной температуры, малый диаметр ЭЭК желточного мешка увеличился на $3,19 \pm 1,12$ мкм ($27,46 \pm 8,21\%$; $p=0,021$), но уменьшился диаметр ядра на $3,17 \pm 0,40$ мкм ($49,55 \pm 8,24\%$; $p=0,012$), площадь клетки – на $77,62 \pm 5,33$ мкм² ($26,84 \pm 7,01\%$; $p=0,045$) и ядра – на $9,12 \pm 1,10$ мкм² ($27,90 \pm 3,41\%$; $p=0,012$).

Наши данные в какой-то мере согласуются с исследованиями при использовании сканирующей электронной микроскопии, в которых установлено, что на 15-е сутки эмбриогенеза отмечается большая площадь поверхности ЭЭК желточного мешка, а на 19...21-е сутки клетки уменьшаются в размерах и микроворсинки покрывают всю клеточную поверхность [2]. Так, в ранних исследованиях [8] установлено, что с 15-х по 21-е сутки эмбриогенеза средний периметр апикальной поверхности ЭЭК уменьшается на 18,2%. По мнению авторов, уменьшение площади поверхности ЭЭК желточного мешка, вероятно, приводит к снижению поглощения питательных веществ и подготавливает его к втягиванию в брюшную полость куриного эмбриона [8, 2].

Таблица 1 – Влияние режима с переменными температурами (РПТ) и стабильного режима (СР) инкубации на морфометрические параметры ЭЭК и сосудов желточного мешка у эмбрионов кур

Показатели	14-е сут.		18-е сут.	
	Рпт	Ср	Рпт	Ср
Большой диаметр клетки, мкм	$40,09 \pm 1,08^*$	$31,54 \pm 0,66$	$23,03 \pm 0,85\%$	$27,31 \pm 2,16$
Малый диаметр клетки, мкм	$15,39 \pm 2,29^*$	$6,76 \pm 0,33$	$10,47 \pm 1,15^*$	$7,28 \pm 0,39$
Диаметр ядра, мкм	$8,10 \pm 0,57$	$7,49 \pm 0,19$	$6,55 \pm 0,37\%$	$9,73 \pm 0,47\%,^*$
Площадь клетки, мкм ²	$487,48 \pm 31,41^*$	$363,89 \pm 33,68$	$289,16 \pm 76,41\%$	$366,78 \pm 27,23^*$
Площадь ядра, мкм ²	$38,84 \pm 7,13$	$44,51 \pm 1,20$	$32,76 \pm 0,97$	$41,88 \pm 1,51^*$
ЯЦО	$0,12 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01$
Площадь сосуда, мкм ²	$14133,59 \pm 2636,48^*$	$4241,93 \pm 421,43$	$31389,34 \pm 2423,17\%$	$11236,45 \pm 1543,56\%$
Периметр сосуда, мкм	$500,11 \pm 49,13^*$	$294,32 \pm 30,47$	$740,32 \pm 60,81\%,^*$	$523,96 \pm 63,46\%$
Диаметр сосуда, мкм	$109,30 \pm 13,66$	$64,58 \pm 4,91$	$178,78 \pm 3,65\%,^*$	$86,48 \pm 12,17$

Примечания: * - достоверность различий между РПТ и СР; § - достоверно значимые различия по отношению к 14-м суткам.

При обоих режимах инкубации с 14-х по 18-е сутки эмбриогенеза морфометрические показатели сосудистого русла желточного мешка у куриных эмбрионов возрастали (таблица 1). В среднем площадь сосудов желточного мешка к 18-суткам при стабильном режиме увеличилась на $6994,52 \pm 1313,73 \text{ мкм}^2$ ($p=0,005$), при переменных температурах – на $17255,75 \pm 4699,08 \text{ мкм}^2$ ($p=0,001$), периметр – на $229,64 \pm 67,21 \text{ мкм}$ ($p=0,021$) и $240,22 \pm 94,20 \text{ мкм}$ ($p=0,015$), соответственно. Диаметр сосудов желточного мешка возрос только при переменных температурах на $69,49 \pm 16,16 \text{ мкм}$ ($p=0,015$). При переменных температурах инкубации на 14-е сутки эмбриогенеза по сравнению со стабильной температурой площадь сосудов и их периметр были достоверно больше на $9891,65 \pm 2513,31 \text{ мкм}^2$ ($66,09 \pm 6,36\%$; $p=0,021$) и $205,79 \pm 38,59 \text{ мкм}$ ($40,25 \pm 5,11\%$; $p=0,000$). На 18-е сутки развития различия в площади сосудов составили $20152,88 \pm 2620,43 \text{ мкм}^2$ ($63,64 \pm 4,86\%$; $p=0,000$), периметре – $216,36 \pm 92,20 \text{ мкм}$ ($27,35 \pm 9,35\%$; $p=0,039$), диаметре – $92,30 \pm 9,92 \text{ мкм}$ ($51,94 \pm 6,04\%$; $p=0,012$).

Влияние высоких и низких температур на формирование и дифференцировку клеток желточного мешка в эмбриогенезе кур считается доказанным. Y.M. Lin с соавторами [9] исследовали эффект предварительного хранения яиц при температуре $23,9^\circ\text{C}$ или $29,4^\circ\text{C}$ с последующей инкубацией при температурах $37,5^\circ\text{C}$ или $38,1^\circ\text{C}$ с 1-х по 5-е сутки. Предварительное хранение яиц при температуре $29,4^\circ\text{C}$ уменьшила сосудистую сеть желточного мешка на 6-е сутки эмбриогенеза, а массу желточного мешка – на 15-е сутки, тогда как инкубация яиц при высокой температуре $38,1^\circ\text{C}$ с 1-го по 5-е сутки увеличивала сосудистую сеть желточного мешка на 7-е сутки развития по сравнению со стандартной температурой $37,5^\circ\text{C}$. В другой работе [1] с применением гистологических исследований показано, что при низкой температуре $36,3^\circ\text{C}$ периметр ЭЭК желточного мешка на 15-е сутки развития значительно меньше ($78,61 \text{ мм}$), чем в контроле при температуре инкубации $37,8^\circ\text{C}$ ($94,98 \text{ мм}$) и высокой температуре $39,3^\circ\text{C}$ ($92,02 \text{ мм}$). Длительное воздействие высокой температуры в процессе инкубации вызывало 100% гибель эмбрионов на 19-е сутки эмбриогенеза, в то время как при температурах инкубации $37,8^\circ\text{C}$ и $36,3^\circ\text{C}$ периметр ЭЭК желточного мешка куриных эмбрионов снижался к периоду вылупления (21-е сутки), но был больше при низкой температуре $36,3^\circ\text{C}$ [1].

Установлено, что переменные температуры инкубации оказывали положительное влияние на развитие эмбрионов кур, выражающееся в повышении их массы к 20-м суткам эмбриогенеза на $2,52 \pm 0,57 \text{ г}$ ($p=0,000$), снижении массы желточного мешка – на $0,65 \pm 0,23 \text{ г}$ ($p=0,034$) по сравнению со стандартной температурой инкубации (таблица 2). Наибольший эффект использования ОЖМ эмбрионом отмечался при переменных температурах на 20-е сутки ($p=0,024$). Наименьшее использование ОЖМ эмбрионами при стандартной температуре указывает на более низкую абсорбцию и утилизацию эмбрионом питательных веществ, что приводит к снижению их качества и качества молодняка кур [1, 10].

Таблица 2 – Влияние режима с переменными температурами (РПТ) и стабильного режима (СР) инкубации на массу тела, массу желточного мешка и остаточного желточного мешка у эмбрионов кур (n=6)

Показатели	14-е сут.		18-е сут.		20-е сут.	
	РПТ	СР	РПТ	СР	РПТ	СР
Масса тела эмбриона, г	$10,54 \pm 0,11^*$	$8,10 \pm 0,23$	$28,63 \pm 0,57\$,^*$	$23,04 \pm 0,07\$\$	$36,05 \pm 0,29\$,^*$	$33,53 \pm 0,29\$\$
Масса желточного мешка, г	$11,33 \pm 0,50^*$	$7,17 \pm 0,39$	$4,83 \pm 0,41\$\$	$4,01 \pm 0,43\$\$	$1,59 \pm 0,15\$,^*$	$2,56 \pm 0,20\$\$
ОЖМ, %	$108,00 \pm 6,53$	$89,37 \pm 7,05$	$17,18 \pm 1,97\$\$	$17,37 \pm 0,51\$\$	$4,43 \pm 0,82\$,^*$	$7,69 \pm 0,82\$\$

Примечания: $\$$ - достоверно значимые различия по отношению к предыдущим суткам; * - достоверность различий между РПТ и СР.

Заключение. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что общей закономерностью в развитии желточного мешка при стандартной и переменной температурах является уменьшение размеров ЭЭК и увеличение сосудов к 18-м суткам инкубации. При переменных температурах на 18-е сутки, в отличие от стандартной, малый диаметр клеток ЭЭК, площадь, периметр и диаметр сосудов больше, но меньше – диаметр ядра, площадь клетки и ядра. Переменные температуры оказывали положительное влияние на развитие эмбрионов кур, выражающееся в повышении их массы к 20-м суткам, снижении массы желточного мешка и наибольшем эффекте его использования эмбрионом.

Conclusion. The results of the conducted studies indicate that the general pattern in the development of the yolk sac at standard and variable temperatures is a decrease in the size of the EECs, and an increase in vessels by the 18th day of incubation. At variable temperatures on the 18th day, in contrast to the standard, the diameter of the EECs is small, the area, perimeter and diameter of the vessels are larger, but the diameter of the nucleus, the area of the cell and the nucleus are smaller. Variable temperatures had a posi-

tive effect on the development of chicken embryos, expressed in an increase in their weight by the 20th day, a decrease in the weight of the yolk sac, and the greatest effect of its use by the embryo.

Список литературы. 1. Incubation temperature affects yolk utilization through changes in expression of yolk sac tissue functional genes / J. Dayan [et al.] // *Poult. Sci.* – 2020. – Vol. 99(11). – P. 6128-6138. 2. Wong, E. A. Centennial Review: The chicken yolk sac is a multifunctional organ / E. A. Wong, Z. Uni // *Poult. Sci.* – 2021. – Vol. 100(3). – e100821. 3. Yadgary, L. Temporal transcriptome analysis of the chicken embryo yolk sac / L. Yadgary, E.A. Wong, Z. Uni // *BMC Genomics.* – 2014. – Vol.15(1). – P. 690. 4. Romanoff, A. L. The extraembryonic membranes. The Avian Embryo: Structural and Functional Development / A. L. Romanoff. – The Macmillan Company, New York, NY, 1960. – P. 1041-1140. 5. Clement, R. Tissue growth pressure drives early blood flow in the chicken yolk sac / R. Clement, B. Mauroy, A.J.M. Cornlissen // *Dev. Dyn.* – 2017. – Vol.246. – P. 573-584. 6. Changes in yolk sac membrane absorptive area and fat digestion during chick embryonic development / L. Yadgary [et al.] // *Poult. Sci.* – 2013. – Vol.92. – P. 1634-1640. 7. Челнокова, М. И. Синергетическое воздействие переменной температуры и красного светодиодного освещения во время инкубации на рост, метаболизм куриных эмбрионов и качество суточных цыплят яичного кросса / М. И. Челнокова, Ф. И. Сулейманов, А. А. Челноков // *Российская сельскохозяйственная наука.* – 2022. – № 6. – С. 51-56. 8. Dayan, J. Ultrastructural development of the yolk sac tissue during incubation / J. Dayan, N. Reicher, Z. Uni // *The XVth European Poultry Conference.* – Croatia, 2018. – P. 137. 9. Thermal treatments prior to and during the beginning of incubation affects development of the broiler embryo and yolk sac membranes, and live performance and carcass characteristics / Y. M. Lin [et al.] // *Poult. Sci.* – 2017. – Vol.96. – P. 1939-1947. 10. Sahan, U. Yolk sac fatty acid composition, yolk absorption, embryo development, and chick quality during incubation in eggs from young and old broiler breeders / U. Sahan, A. Ipek, A. Sozcu // *Poult. Sci.* – 2014. – Vol. 93. – P. 2069-2077.

References. 1. Incubation temperature affects yolk utilization through changes in expression of yolk sac tissue functional genes / J. Dayan [et al.] // *Poult. Sci.* – 2020. – Vol. 99(11). – P. 6128-6138. 2. Wong, E. A. Centennial Review: The chicken yolk sac is a multifunctional organ / E. A. Wong, Z. Uni // *Poult. Sci.* – 2021. – Vol. 100(3). – e100821. 3. Yadgary, L. Temporal transcriptome analysis of the chicken embryo yolk sac / L. Yadgary, E.A. Wong, Z. Uni // *BMC Genomics.* – 2014. – Vol.15(1). – P. 690. 4. Romanoff, A. L. The extraembryonic membranes. The Avian Embryo: Structural and Functional Development / A. L. Romanoff. – The Macmillan Company, New York, NY, 1960. – P. 1041-1140. 5. Clement, R. Tissue growth pressure drives early blood flow in the chicken yolk sac / R. Clement, B. Mauroy, A.J.M. Cornlissen // *Dev. Dyn.* – 2017. – Vol.246. – P. 573-584. 6. Changes in yolk sac membrane absorptive area and fat digestion during chick embryonic development / L. Yadgary [et al.] // *Poult. Sci.* – 2013. – Vol.92. – P. 1634-1640. 7. Chelnokova, M. I. Sinergicheskoe vozdejstvie peremennoy temperatury i krasnogo svetodiodnogo osveshcheniya vo vremya inkubatsii na rost, metabolizm kurinyh embrionov i kachestvo sutochnykh cyplyat yaichnogo krossa / M. I. Chelnokova, F. I. Sulejmanov, A. A. Chelnokov // *Rossiyskaya sel'skhozaystvennaya nauka.* – 2022. – №6. – S. 51-56. 8. Dayan, J. Ultrastructural development of the yolk sac tissue during incubation / J. Dayan, N. Reicher, Z. Uni // *The XVth European Poultry Conference.* – Croatia, 2018. – P. 137. 9. Thermal treatments prior to and during the beginning of incubation affects development of the broiler embryo and yolk sac membranes, and live performance and carcass characteristics / Y. M. Lin [et al.] // *Poult. Sci.* – 2017. – Vol.96. – P. 1939-1947. 10. Sahan, U. Yolk sac fatty acid composition, yolk absorption, embryo development, and chick quality during incubation in eggs from young and old broiler breeders / U. Sahan, A. Ipek, A. Sozcu // *Poult. Sci.* – 2014. – Vol. 93. – P. 2069-2077.

Поступила в редакцию 30.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-51-56

УДК 619:612.017:618.7:636.4

НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ ГУМОРАЛЬНАЯ И КЛЕТОЧНАЯ ЗАЩИТА В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ЦИКЛА У СВИНОМАТОК С ПОСЛЕРОДОВОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

*Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, *Сашнина Л.Ю. ORCID ID 000-0001-6477-6156,
*Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264, *Никоненко Г.В. ORCID ID 0000-0003-4983-7170,
**Елецкий А.В.

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
**ООО «РУСМИТ», Воронежская область, Российская Федерация

В статье представлены результаты изучения неспецифической резистентности у свиноматок в разные периоды репродуктивного цикла в условиях промышленно свиноводческого комплекса. Установлено, что у животных, заболевших после опороса, уже до осеменения и в период супоросности регистрируют пониженный, по сравнению с таковым у клинически здоровых свиноматок, уровень гуморальной и клеточной защиты, свидетельствующий о риске развития воспалительных процессов в репродуктивной системе, проявляющихся клинически после опороса эндометритами и ММА. В период лактации у перенесших послеродовые заболевания свиноматок показатели неспецифической резистентности были также ниже, чем у клинически здоровых животных. **Ключевые слова:** свиноматки, бактерицидная, лизоцимная и комплементарная активность сыворотки крови, фагоцитоз, циркулирующие иммунные комплексы.

NON-SPECIFIC HUMORAL AND CELLULAR DEFENSE AT DIFFERENT PERIODS OF THE REPRODUCTIVE CYCLE IN SOWS WITH POSTPARTUM PATHOLOGY

***Shakhov A.G., *Sashnina L.Yu., *Vladimirova Yu.Yu., *Nikonenko G.V., **Eletskiy A.V.**
*FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation
**LLC "RUSMIT", Voronezh region, Russian Federation

*The article presents the results of the study on non-specific resistance in sows at different periods of the reproductive cycle in the conditions of an industrial pig-breeding complex. It has been established that in the animals that fell ill after farrowing, before insemination and during gestation, the level of humoral and cellular defense is lower than that in clinically healthy sows, indicating a risk of inflammatory processes developing in the reproductive system, which manifest themselves clinically as endometritis and MMA after farrowing. During lactation, sows that had postpartum diseases also had lower nonspecific resistance indicators than clinically healthy animals. **Keywords:** sows, bactericidal, lysozyme and complementary activity of the blood serum, phagocytosis, circulating immune complexes.*

Введение. В промышленных свиноводческих хозяйствах продуктивное здоровье свиноматок, качество получаемого приплода и его сохранность во многом зависят от состояния их неспецифического (естественного) иммунитета [5, 10], который действует в течение всего периода борьбы с инфекцией, особенно в первые 4 суток после внедрения патогена [7].

Высокий уровень естественной резистентности у супоросных свиноматок обеспечивает повышение жизнеспособности поросят и их сохранности, а дисбаланс иммунного статуса, включающего неспецифические механизмы защиты, обуславливает возникновение и развитие послеродовых болезней [1].

Большой научный и практический интерес представляют исследования неспецифической гуморальной и клеточной защиты у свиноматок, предрасположенных и впоследствии с клинически проявившимися воспалительными процессами в репродуктивной системе, в сравнении с таковой у клинически здоровых животных.

Цель исследований – изучение неспецифической резистентности у свиноматок с риском развития послеродовых заболеваний в различные периоды репродуктивного цикла.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены на свиноматках помесных пород (крупная белая+ландрас+дюрок) 3-4 опороса на базе промышленного свиноводческого комплекса. Кормление и содержание животных соответствовали нормам, предусмотренным промышленной технологией.

Кровь для иммунологических исследований от клинически здоровых (n=5) и впоследствии заболевших после опороса послеродовыми болезнями (n=7) свиноматок брали за 5-7 дней до осеменения, на 37-39 и 78-80 сутки супоросности, 5-7 и 18-20 дни лактации.

За животными постоянно вели клинические наблюдения, в послеродовой период измеряли температуру тела, учитывали общее состояние, наличие патологических выделений из половых путей. В крови и сыворотке крови определяли показатели гуморальной и клеточной защиты: лизоцимную (ЛАСК), бактерицидную (БАСК) и комплементарную (КАСК) активность в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных» [12], содержание общих иммуноглобулинов [4], циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), показатели фагоцитоза полиморфноядерных нейтрофилов: фагоцитарную активность нейтрофилов (ФАН), фагоцитарный индекс (ФИ) и фагоцитарное число (ФЧ), спонтанный (сп) и стимулированный (ст) НСТ-тест, показатель резерва (ПР) фагоцитарных нейтрофилов в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции иммунного статуса животных» [11].

Полученные результаты исследований подвергли ретроспективному анализу и в зависимости от характера течения у животных послеродового периода разделили на две группы. В первую группу (n=7) отнесли результаты исследований крови и сыворотки крови от свиноматок, у которых после опороса регистрировали послеродовые болезни: острый гнойный катаральный эндометрит и ММА, во вторую (n=5) – от оставшихся клинически здоровыми животных.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Statistica v6.1, оценку достоверности – критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Клиническими исследованиями установлено, что у всех подопытных свиноматок длительность периода от отъема поросят до стадии возбуждения полового цикла, оплодотворяемость и продолжительность супоросности были практически одинаковы.

У заболевших после опороса свиноматок послеродовыми болезнями регистрировали повышение температуры тела, патологические выделения из половых путей, незначительное или выраженное угнетенное состояние в течение 3-4 дней. После проведенного лечения животные на 5-й день выздоровели.

До осеменения у впоследствии заболевших послеродовыми болезнями свиноматок были снижены, по сравнению с клинически здоровыми животными (таблица 1), бактерицидная активность сы-

воротки крови, являющаяся интегральным показателем, обеспечивающим гомеостаз организма и нормальное течение физиологических процессов [8], на 23,0%, содержание лизоцима, участвующего в регуляции иммунных и метаболических процессов и позволяющего оценить функциональное состояние фагоцитарного звена иммунитета [14], на 7,2% и комплементарная активность сыворотки крови, обеспечивающая лизис сенсibilизированных инфекционных агентов и опосредующая клеточные и гуморальные взаимодействия в рамках иммунного ответа [13], на 16,4%, что связано с угнетением неспецифической гуморальной защиты.

Таблица 1 - Показатели гуморальной и клеточной защиты у свиноматок до осеменения

Показатели	1 группа	2 группа
БАСК, %	89,5±0,59	87,5±0,64*
ЛАСК, мкг/мл	1,5±0,056	1,4±0,051
КАСК, %	23,2±0,99	19,4±1,39*
Общие ИГ, мг/мл	34,6±0,27	34,7±0,51
ЦИК, 3% мг/мл	0,65±0,069	0,67±0,022
ЦИК, 4,0% мг/мл	0,44±0,064	0,50±0,046
ЦИК С4/С3, у.е.	0,67±0,069	0,74±0,058
ФАН, %	58,8±2,33	63,7±2,02
ФИ	9,64±0,226	8,99±0,267
ФЧ	6,26±0,252	6,07±0,240
ИЗФ, у.е.	1,36±0,095	1,2±0,104
сп-НСТ, %	16,3±0,97	17,5±0,59
ст-НСТ, %	41,1±2,01	44,5±3,6
ПР, у.е.	2,6±0,145	2,5±0,136

Примечание. * $P<0,05$ - $P<0,001$ относительно здоровых животных.

У них же концентрация крупных (3,0%), средних (3,5%) и мелких (4,0%) циркулирующих иммунных комплексов, являющихся продуктами реакции антиген-антитело и играющих существенную роль в поддержании гомеостаза [9], была выше на 3,0%; 19,4 и 12,0%, также как и коэффициент патогенности (C_4/C_3) на 9,5%, что указывает на снижение их элиминации из организма (таблица 1).

Содержание общих иммуноглобулинов у животных обеих групп достоверно не отличалось.

До осеменения у свиноматок, впоследствии заболевших послеродовыми болезнями, по сравнению с клинически здоровыми животными, было больше количество циркулирующих активных фагоцитирующих нейтрофилов на 8,3% на фоне снижения их поглотительной функции: ФИ – на 6,7%, ФЧ – на 3,0% и индекса завершенности фагоцитоза – на 11,8%, но более высокой метаболической (функциональной) активности нейтрофилов, о чем свидетельствует превышение показателей спонтанного на 7,4% и стимулированного НСТ-теста – на 8,3% при одинаковой величине функционального резерва нейтрофилов (ПР) (таблица 1). Установленные изменения сочетаются с угнетением комплементарной активности, участвующей в процессе фагоцитоза.

В период 37-39-дневной супоросности, являющейся одним из наиболее сложных физиологических периодов, от которого во многом зависит успех воспроизводства [2], при одинаковой бактерицидной активности сыворотки крови у животных обеих групп значения лизоцимной и комплементарной активности у впоследствии заболевших свиноматок были ниже на 5,0%, также, как и содержание общих иммуноглобулинов – на 9,7% (таблица 2), что свидетельствует об угнетении неспецифической гуморальной защиты. У них же концентрация крупных, средних и мелких ЦИК и коэффициент их патогенности были выше на 12,5%; 16,7; 13,8 и 3,3% соответственно.

Таблица 2 - Показатели гуморальной и клеточной защиты у свиноматок в период супоросности

Показатели	Сроки исследований			
	37-39 сутки		78-80 сутки	
	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа
БАСК, %	77,4±0,49	77,3±1,21	77,2±1,06	77,7±1,20
ЛАСК, мкг/мл	1,8±0,02	1,7±0,07	2,7±0,15	2,5±0,16
КАСК, %	25,9±1,34	24,6±0,56	22,5±1,48	20,3±1,75
Общие ИГ, мг/мл	34,1±1,65	30,7±1,75	31,2±0,67	28,1±1,21*
ЦИК, 3% мг/мл	0,21±0,010	0,24±0,033	0,6±0,01	0,59±0,012
ЦИК, 4,0% мг/мл	0,25±0,031	0,29±0,044	0,61±0,010	0,64±0,01
ЦИК С4/С3, у.е.	1,2±0,06	1,2±0,17	1,0±0,02	1,1±0,03*
ФАН, %	58,7±1,33	59,0±1,61	75,7±1,27	74,0±1,16
ФИ, у.е.	7,3±0,57	6,8±0,28	7,6±0,25	7,1±0,41
ФЧ, у.е.	5,2±0,26	4,4±0,16*	5,5±0,19	5,3±0,23

Продолжение таблицы 2

Показатели	Сроки исследований			
	37-39 сутки		78-80 сутки	
	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа
ИЗФ, у.е.	1,3±0,05	1,2±0,03	1,4±0,05	1,4±0,05
сп-НСТ, %	16,3±0,56	19,3±0,68*	21,7±0,86	23,8±0,75
ст-НСТ, %	42,3±1,05	46,9±0,68*	44,6±1,89	47,7±1,31
ПР, у.е.	2,6±0,06	2,3±0,08*	2,1±0,08	2,0±0,08

Примечание. * $P<0,05$ - $P<0,001$ относительно здоровых животных.

В указанный период у клинически здоровых свиноматок количество циркулирующих фагоцитов практически не изменилось, а у животных, впоследствии заболевших послеродовыми болезнями, уменьшилось на 7,8%. При общей тенденции снижения поглотительной функции фагоцитов у животных обеих групп: ФИ – на 32,2 и 32,1% и ФЧ – на 21,3 и 39,5% соответственно, у впоследствии заболевших свиноматок величина этих показателей была ниже на 6,8 и 15,7%, как и индекс завершенности фагоцитоза – на 6,2%. При повышении метаболической активности нейтрофилов у свиноматок обеих групп: спонтанного – на 8,6 и 8,6% и стимулированного НСТ-теста – на 2,9 и 5,3%, у впоследствии заболевших животных они были выше на 7,3 и 10,9%, при этом резервный потенциал у них уменьшился на 9,6% и был ниже, чем у клинически здоровых животных на 13,3% (таблица 2).

В период 78-80 дней супоросности значения лизоцимной и комплементарной активности у впоследствии заболевших свиноматок были ниже на 9,2 и 9,8%, также как и содержание общих иммуноглобулинов на 9,9%, что указывает на пониженный уровень у них неспецифической гуморальной защиты. Концентрация крупных и средних ЦИК у свиноматок обеих групп была практически одинаковой, а содержание мелких ЦИК, которые хуже по сравнению с крупными комплексами активируют комплемент и длительно циркулируют в крови [9], и коэффициент патогенности у впоследствии заболевших животных были выше на 4,7 и 8,9% соответственно (таблица 2).

У свиноматок обеих групп во второй половине супоросности увеличилось количество активных фагоцитирующих нейтрофилов на 25,4 и 29,0% и их поглотительная функция: ФИ – на 4,4 и 4,1% и ФЧ – на 21,1 и 6,6% (таблица 2), при этом на фоне одинаковой ФАН у впоследствии заболевших животных ее показатели были меньше на 4,2 и 7,5% соответственно.

При общей тенденции увеличения у свиноматок обеих групп индекса завершенности фагоцитоза на 15,7 и 4,7% и метаболической активности нейтрофилов: спонтанного – на 25,3 и 22,6% и стимулированного НСТ-теста – на 1,7 и 5,4% их величина у впоследствии заболевших животных была выше на 3,7%, 9,7 и 7,0%. Значение функционального резерва фагоцитов снизилось у свиноматок первой и второй групп на 15,2 и 25,2% и у заболевших свиноматок было ниже на 5,7%.

На 5-7 дни лактации бактерицидная активность сыворотки крови у свиноматок обеих групп повысилась по сравнению с показателями во второй половине супоросности и достоверно между ними не отличалась, а значения лизоцимной и комплементарной активности снизились, при этом у переболевших животных они были меньше на 4,0 и 15,0% соответственно (таблица 3).

Таблица 3 - Показатели гуморальной и клеточной защиты у свиноматок в период лактации

Показатели	Сроки исследований			
	5-7 сутки		18-20 день лактации	
	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа
БАСК, %	88,1±0,27	87,7±0,49	83,1±1,39	83,2±1,85
ЛАСК, мкг/мл	2,5±0,12	2,4±0,12	1,6±0,05	1,4±0,05
КАСК, %	21,3±0,98	18,1±1,06	21,9±0,63	19,1±0,54
Общие ИГ, мг/мл	35,4±0,49	33,9±0,40	43,2±1,68	41,1±0,91
ЦИК, 3% мг/мл	0,5±0,09	0,52±0,05	0,37±0,04	0,49±0,05
ЦИК, 4% мг/мл	0,44±0,07	0,62±0,05	0,32±0,05	0,61±0,06
ЦИК С4/С3, у.е.	0,96±0,11	1,24±0,15	0,87±0,06	1,24±0,09
ФАН, %	69,2±0,81	67,2±1,61	69,3±1,33	68,0±0,63
ФИ, у.е.	8,85±0,39	7,03±0,32	8,45±0,26	7,47±0,45
ФЧ, у.е.	6,41±0,45	5,72±0,14	6,94±0,17	6,11±0,13
ИЗФ, у.е.	1,22±0,069	1,08±0,048	1,13±0,020	1,09±0,093
сп-НСТ, %	14,8±0,99	21,0±0,943	13,3±0,89	18,4±0,48
ст-НСТ, %	33,6±0,98	40,4±1,14	34,5±0,61	38,0±3,41
ПР, у.е.	2,27±0,27	1,94±0,36	2,58±0,21	2,12±0,35

Примечание. * $P<0,05$ - $P<0,001$ относительно здоровых животных.

При общей тенденции повышения содержания общих иммуноглобулинов у свиноматок обеих групп их концентрация у переболевших животных была ниже на 4,2%.

Количество крупных, средних и мелких ЦИК у подопытных животных в указанный срок снизилось, при этом у переболевших свиноматок их значения были выше на 3,8%, 25,5 и 29,0% соответ-

ственно, как и коэффициент патогенности – на 22,6%, который у клинически здоровых понизился на 5,9%. Более высокое содержание ЦИК у переболевших животных может указывать на активное связывание поступающих в кровотоки антигенов [3].

В указанный срок у клинически здоровых и переболевших свиноматок повысилось фагоцитарное число на 16,4 и 8,2%, но снизилось количество активных фагоцитирующих нейтрофилов на 9,4 и 10,1%, фагоцитарный индекс – на 32,1 и 8,9%, индекс завершенности фагоцитоза – на 10,7 и 29,6%, спонтанный – на 46,6 и 13,3% и стимулированный НСТ-тест – на 32,7 и 18,1%, при этом значения ФАН, ФЧ, ФИ и ИЗФ у переболевших животных были меньше на 2,9%, 10,9; 12,7 и 11,5% соответственно, а сп- и ст-НСТ – больше на 41,9 и 20,2%, что свидетельствует о повышении метаболической активности нейтрофилов, которое регистрируется при различных патологиях бактериальной и токсической природы [7]. Однако отмеченный у них сниженный (на 14,5%) индекс стимуляции нейтрофилов указывает на уменьшение функционального резерва кислородзависимого механизма биоцидности фагоцитов.

На 18-20 день лактации при общей тенденции снижения бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови у свиноматок обеих групп значение БАСК у них достоверно не отличалось, а ЛАСК у переболевших животных была ниже на 7,1% (таблица 3). Комплементарная активность сыворотки крови у свиноматок обеих групп повысилась, при этом у переболевших животных она была меньше на 12,8%.

При повышении содержания общих иммуноглобулинов у животных обеих групп их концентрация у переболевших свиноматок была ниже на 5,0%.

При снижении, по сравнению с предыдущими показателями, содержание крупных, средних и мелких ЦИК у подопытных животных у переболевших свиноматок было выше на 24,5%, 27,1 и 47,5% соответственно, как и коэффициент их патогенности – на 29,8%.

В конце лактации у клинически здоровых и переболевших послеродовыми болезнями свиноматок фагоцитарная активность нейтрофилов не изменилась, фагоцитарный индекс снизился на 18,8 и 3,5%, а фагоцитарное число увеличилось на 2,2 и 7,0%, при этом у переболевших животных было меньше только фагоцитарное число на 10,9% при одинаковой величине ФАН и ФИ.

Индекс завершенности фагоцитоза (ИЗФ) у клинически здоровых свиноматок повысился на 11,5%, спонтанный и стимулированный НСТ-тест – на 10,1 и 22,3%, а у переболевших животных ИЗФ не изменился, сп- и ст- НСТ снизились на 14,1 и 6,3% и были меньше, чем у клинически здоровых животных: ИЗФ – на 19,9% и стимулированный НСТ – на 7,5%, а спонтанный НСТ-тест – выше на 12,9%. Показатель метаболического резерва фагоцитов у клинически здоровых свиноматок снизился на 10,1%, а у переболевших – хотя и повысился на 9,3%, но был меньше на 15,2%.

Заключение. У свиноматок, заболевших после опороса, по сравнению с клинически здоровыми животными до осеменения регистрировали снижение бактерицидной, лизоцимной и комплементарной активности сыворотки крови, поглотительной функции нейтрофилов и индекса завершенности фагоцитоза, повышенное содержание циркулирующих иммунных комплексов и коэффициента их патогенности. В период супоросности отмечалось снижение количества общих иммуноглобулинов, фагоцитарной активности нейтрофилов, их поглотительной функции, завершенности фагоцитоза и резервного потенциала фагоцитов (37-39 день), поглотительной и метаболической функций нейтрофилов, индекса завершенности фагоцитоза и резервного потенциала фагоцитов (78-80 сутки). В период лактации у них установлено снижение лизоцимной и комплементарной активности сыворотки крови, содержания общих иммуноглобулинов, повышение уровня циркулирующих иммунных комплексов и коэффициента их патогенности, снижение поглотительной функции нейтрофилов, индекса завершенности фагоцитоза и резервного потенциала фагоцитов (5-7 день), фагоцитарного числа, индекса завершенности фагоцитоза, стимулированного НСТ-теста и резервного потенциала фагоцитов (18-20 сутки).

Таким образом, у свиноматок, заболевших послеродовыми болезнями, во все периоды репродуктивного цикла регистрируют низкий уровень гуморальной и клеточной защиты по сравнению с таковым у клинически здоровых животных.

Conclusion. In sows that fell ill after farrowing, compared with clinically healthy animals, before insemination, a decrease in serum bactericidal, lysozyme and complementary activity, absorptive function of neutrophils and completeness index of phagocytosis, an increased content of circulating immune complexes and their pathogenicity coefficient were recorded. During gestation period, there was a decrease in the amount of total immunoglobulins, phagocytic activity of neutrophils, their absorptive function, completeness of phagocytosis and reserve potential of phagocytes (37-39 days), absorptive and metabolic functions of neutrophils, completeness index of phagocytosis and reserve potential of phagocytes (78-80 days). During lactation, there was found a decrease in serum lysozyme and complementary activity, content of total immunoglobulins, an increase in the level of circulating immune complexes and their pathogenicity coefficient, a decrease in the absorptive function of neutrophils, completeness index of phagocytosis and the reserve potential of phagocytes (5-7 days), phagocytic number, completeness index of phagocytosis, stimulated NBT test and reserve potential of phagocytes (18-20 days).

Thus, in sows with postpartum diseases, during all periods of the reproductive cycle, a low level of humoral and cellular defense is recorded compared to that in clinically healthy animals.

Список литературы. 1. Показатели эндогенной интоксикации, оксида азота и иммунного статуса при воспалительных процессах в половых органах свиноматок / Ю. Н. Бригадиров [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – № 3(4). – С. 110–115. – DOI 10.17238; 2. Биохимический и клинический статус супоросных свиноматок / Л.С. Гимадеева [и др.] // Свиноводство. – 2013. – № 8. – С. 8–9; 3. Коляченко, Е. С. // Успехи современного естествознания. – 2003. – № 11. – С. 26–30; 4. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И. П. Кондрахин [и др.]. – М. : Колос, 2004. – 520 с; 5. Естественная резистентность свиней в условиях промышленной технологии выращивания / Г. В. Максимов [и др.] // Ветеринария. – 2010. – № 9. – С. 43–47; 6. Муртазина, Г. Х. Функционально-метаболическая активность нейтрофилов у больных острыми кишечными инфекциями и влияние на неё селимакцида / Г. Х. Муртазина, В. Х. Фазылов, А. В. Иванов // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 6. – С. 929–934; 7. Орлянкин, Б. Г. Противовирусный иммунитет и стратегия специфической профилактики вирусных болезней свиней / Б. Г. Орлянкин // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. – 2008. – Т. 6. – С. 128–145; 8. Савинков, А. В. Сравнительный анализ бактерицидной активности сыворотки крови при рахите у телят с применением минеральных и пробиотических средств коррекции / А. В. Савинков, О. С. Гусева, А. И. Рязанцева // Ветеринария и кормление. – 2015. – № 4. – С. 44–45; 9. Характеристика циркулирующих иммунных комплексов сыворотки больных atopической бронхиальной астмой разной степени тяжести / Ю. В. Скибо [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2013. – Т. 94. – № 5. – С. 744–748; 10. Слащилина, Т. В. Физиологические основы повышения иммунного статуса свиноматок / Т. В. Слащилина, Г. В. Парфенов // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства, проводимой на базе ФГБОУ ВО "Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I", Воронеж, 09 декабря 2016 года. – Воронеж : ВГАУ им. Императора Петра I, 2016. – С. 237–238; 11. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А.Г. Шахов [и др.] // Новые методы исследований по проблемам ветеринарной медицины. Ч. III. «Методы исследований по проблемам незаразной патологии у продуктивных животных». – М.: РАСХН, 2007. – С. 216–292; 12. Методические рекомендации по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных / А. Г. Шахов [и др.]. – Воронеж, 2005. – 32 с; 13. The Lectin Pathway of Complement Activation Is a Critical Component of the Innate Immune Response to Pseudomonas Infection / Y. M. Ali [et al.] // PLoS Pathog. - 2012. - Vol.8(7). - e1002793. doi:10.1371/journal.ppat.1002793; 14. Application of Antimicrobial Peptides of the Innate Immune System in Combination With Conventional Antibiotics-A Novel Way to Combat Antibiotic Resistance? / M.S.Zharkova [et al] // Front. Cell. Infect. Microbiol. - 2019.- Vol. 9. - P.128. - doi: 10.3389/fcimb.2019.00128

References. 1. Pokazateli endogennoj intoksikacii, oksida azota i immunnogo statusa pri vospalitel'nyh proces-sah v polovyh organah svinomatok / YU. N. Brigadirov [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2018. – № 3(4). – S. 110–115. – DOI 10.17238; 2. Biohimicheskij i klinicheskij status suporosnyh svinomatok / L.S. Gimadeeva [i dr.] // Svinovodstvo. – 2013. – № 8. – S. 8–9; 3. Kolyachenko, E. S. // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2003. – № 11. – S. 26–30; 4. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki / I. P. Kondrahin [i dr.]. – M. : Kolos, 2004. – 520 s; 5. Estestvennaya rezistentnost' svinej v usloviyah promyshlennoj tekhnologii vyrashchivaniya / G. V. Maksimov [i dr.] // Veterinariya. – 2010. – № 9. – S. 43–47; 6. Murtazina, G. H. Funkcional'no-metabolicheskaya aktivnost' nejtrofilov u bol'nyh ostrymi kischechnymi infekciyami i vliyanie na neyo selimakcida / G. H. Murtazina, V. H. Fazylov, A. V. Ivanov // Kazanskij medicinskij zhurnal. – 2014. – T. 95, № 6. – S. 929–934; 7. Orlyankin, B. G. Protivovirusnyj иммунитет i strate-giya specificheskoy profilaktiki virusnyh boleznej svinej / B. G. Orlyankin // Trudy Federal'nogo centra ohrany zdorov'ya zhivotnyh. – 2008. – T. 6. – S. 128–145; 8. Savinkov, A. V. Sravnitel'nyj analiz baktericidnoj aktivnosti syvorotki krovi pri rahite u telyat s primeneniem mineral'nyh i probioticheskikh sredstv korrekcii / A. V. Savinkov, O. S. Guseva, A. I. Rya-zanceva // Veterinariya i kormlenie. – 2015. – № 4. – S. 44–45; 9. Harakteristika cirkuliruyushchih immunnyh kompleksov syvorotki bol'nyh atopicheskoy bronhial'noj astmoj raznoj stepeni tyazhesti / YU. V. Skibo [i dr.] // Kazanskij medicinskij zhurnal. – 2013. – T. 94. – № 5. – S. 744–748; 10. Slashchilina, T. V. Fiziologicheskie osnovy povysheniya immunnogo statusa svinomatok / T. V. Slashchilina, G. V. Parfenov // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu fakul'teta veterinarnoj mediciny i tekhnologii zhivotnovodstva, provodimoy na baze FGBOU VO "Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni Imperatora Petra I", Voronezh, 09 dekabrya 2016 goda. – Voronezh : VGAU im. Imperatora Petra I, 2016. – S. 237–238; 11. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii immunnogo statusa zhivotnyh / A.G. SHahov [i dr.] // Novye metody issledovanij po problemam veterinarnoj mediciny. CH. III. «Metody issledovanij po problemam nezaraznoj patologii u produktivnyh zhivotnyh». – M.: RASKHN, 2007. – S. 216–292; 12. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii nespecificheskoy rezistentnosti zhivotnyh / A. G. SHahov [i dr.]. – Voronezh, 2005. – 32 s; 13. The Lectin Pathway of Complement Activation Is a Critical Component of the Innate Immune Response to Pseudomonas Infection / Y. M. Ali [et al.] // PLoS Pathog. - 2012. - Vol.8(7).- e1002793. doi:10.1371/journal.ppat.1002793; 14. Application of Antimicrobial Peptides of the Innate Immune System in Combina-tion With Conventional Antibiotics-A Novel Way to Combat Antibiotic Resistance? / M.S.Zharkova [et al] // Front. Cell. Infect. Microbiol. - 2019.- Vol. 9. - P.128. - doi: 10.3389/fcimb.2019.00128

Поступила в редакцию 16.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-57-62
УДК 636.5/6:637.5**НОВЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ АДСОРБЕНТ В БРОЙЛЕРНОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ****Капитонова Е.А. ORCID 0000-0003-4307-8433, Павловец Е.С.**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*Как показали результаты наших исследований, применение нового адсорбента микотоксинов «СинерджиСорб Детокс-мико», разработанного белорусскими учеными, позволило снизить токсическую нагрузку на организм цыплят-бройлеров. Введение в рацион цыплят-бройлеров кросса Росс-308 кормовой добавки «СинерджиСорб Детокс-мико» в различных концентрациях способствовало увеличению средней живой массы бройлеров на 0,1-1,3%, среднесуточных приростов – на 0,5-1,1%, сохранности поголовья – 95,0-100% при снижении расхода кормов на единицу продукции на 1,7%. Достигнутые результаты позволяют рекомендовать адсорбент «СинерджиСорб Детокс-мико» для широкого применения в птицеводстве для профилактики микотоксикозов и потерь продукции птицеводства. **Ключевые слова:** птицеводство, цыплята-бройлеры, адсорбент, микотоксины, продуктивность.*

NEW DOMESTIC ADSORBENT IN BROILER POULTRY FARMING**Kapitonova E.A., Paulavets E.S.**

EE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus

*As our research showed, the use of the new mycotoxin adsorbent SynergySorb®Detox-myco developed by Belarusian scientists, made it possible to reduce the toxic load on the body of broiler chickens. It was found that the introduction of the feed additive SynergySorb®Detox-myco into the diet of broiler chickens of the “Ross-308” cross in various concentrations contributed to an increase in the average live weight of broilers – by 0.1-1.3%, average daily gains – by 0.5-1.1%, livestock safety – 95.0-100% with a decrease in feed consumption per unit of production – by 1.7%. The achieved results make it possible to recommend the adsorbent SynergySorb®Detox-myco for wide application in poultry farming for the prevention of mycotoxicoses and losses in poultry production. **Keywords:** poultry farming, broiler chickens, adsorbent, mycotoxins, productivity.*

Введение. Многочисленными учеными установлено, что эффективность производства продукции может снижаться в связи с присутствием в комбикормах различного рода микотоксинов. Они начинают образовываться в кормовых культурах еще в поле, затем в собранном урожае, далее – в процессе его хранения и/или переработки. Распространяясь при благоприятных условиях, микотоксины наносят непоправимый ущерб не только отрасли растениеводства, но и животноводства, в частности птицеводства. Согласно FAO, в последние годы потери мирового сельского хозяйства от поражения токсикогенными грибами зерновых культур и накопление микотоксинов, опасных для животных, увеличились с 2 до 16 млрд долларов в год [3, 8].

Как известно, продуктивность сельскохозяйственной птицы на 75-80% зависит от качества комбикорма, что непосредственно оказывает огромное влияние на микрофлору кишечника и скорость усвоения питательных компонентов. В связи с этим профилактике возможного негативного влияния различных продуцентов микотоксинов уделяется огромное внимание. Учеными предлагается целый ряд органических, минеральных, синтетических и других сорбентов для профилактики микотоксикозов [1, 2, 4, 5, 6, 7]. Разбалансировка кишечной флоры отрицательно сказывается на усвоении компонентов комбикорма, а в критических случаях может привести к гибели птицы.

Разработка и использование отечественных кормовых добавок способствуют снижению затрат на их изготовление и реализацию, что положительно сказывается на рентабельности производства конечного продукта (мяса), в связи с чем проведение научно-исследовательской работы в этом направлении считаем актуальным и имеющим практическую значимость.

Материалы и методы исследований. Целью работы являлось изучение эффективности применения нового адсорбента микотоксинов на основе лигнина «СинерджиСорб Детокс-мико» в комбикормах для сельскохозяйственной птицы. Кормовая добавка производится ООО «СинерджиКом» (Республика Беларусь).

Адсорбент микотоксинов «СинерджиСорб Детокс-мико (SynergySorb®Detox-myco)» представляет собой однородный порошок от темно-коричневого до светло-коричневого цвета, состоящий из частиц размером 45-250 мкм, с массовой долей влаги не более 25%. Изготавливается способом термовлажностной обработки гидролизного лигнина (побочного продукта кислотного гидролиза растительного сырья) с последующим фракционированием по ТУ ВУ 490850780.013-2019.

Представленная для испытаний добавка соответствовала показателям качества и безопасности технических условий, а также требованиям Ветеринарно-санитарных правил обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых добавок. Испытания по установлению эффективности применения «СинерджиСорб Детокс-мико» (SynergySorb@Detox-mycos) при профилактике микотоксикозов проводили согласно схеме опыта, представленной в таблице 1.

Таблица 1 - Схема опыта для проведения НИР на цыплятах-бройлерах

Номер группы	Наименование выполняемых работ
1 (контрольная)	Основной рацион (ОР)
2 (условно контрольная)	ОР + микотоксины (экспериментальный микотоксикоз)
3 (опытная)	ОР + «СинерджиСорб Детокс-мико» в норме 0,4%
4 (опытная)	ОР + микотоксины + «СинерджиСорб Детокс-мико» в норме 0,2%
5 (опытная)	ОР + микотоксины + «СинерджиСорб Детокс-мико» в норме 0,4%

Научно-исследовательская работа осуществлялась на цыплятах-бройлерах кросса Росс-308 в условиях клиники кафедры паразитологии и инвазионных заболеваний УО ВГАВМ по Методике ВНИИТИП (2015). Выведенный в инкубаторе ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» суточный молодняк в количестве 100 голов был доставлен в клинику академии для экспериментального выращивания.

Подопытные цыплята перед началом опыта были распределены на группы по принципу пар-аналогов по живой массе в суточном возрасте ($41 \pm 0,5$ г) и по возрасту (5 дней). Каждая группа состояла из 20 голов ($n = 20$; ♀-10, ♂-10). Птицы подопытных групп выращивались в идентичных условиях (напольный способ выращивания). При наблюдении за цыплятами учитывали их физиологическое состояние, причины выбытия, прирост живой массы и расход корма на единицу продукции и выход мяса.

Комбикорм для проведения научно-исследовательской работы был изготовлен и предоставлен комбикормовым заводом ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика». Качество комбикорма подтверждено зоотехнической и производственной лабораториями предприятия. Изучение уровня микотоксинов в комбикорме осуществлялось в НИИ ПВМиБ УО ВГАВМ. Комбикорм бройлерам скармливали 2-кратно, в норме согласно возрасту птицы, в утренние и вечерние часы. Питьевая вода в поилках находилась круглосуточно. Птица имела свободный доступ к кормушкам и поилкам.

Результаты исследований. Динамика прироста живой массы подопытных цыплят-бройлеров, которым в комбикорма с профилактической целью в различных нормах ввода задавалась кормовая добавка «СинерджиСорб Детокс-мико (SynergySorb Detox-Mycos)», представлена в таблице 2.

Как видно из представленных данных, в суточном возрасте цыплята-бройлеры кросса Росс-308 были подобраны по принципу условных пар-аналогов по живой массе – $41 \pm 0,1$ г. В дальнейшем нами еженедельно учитывалась динамика роста птицы.

К середине периода выращивания (21 день) наиболее четко стало просматриваться влияние кормовой добавки на основе лигнина на живую массу цыплят-бройлеров. В 1-й контрольной группе живая масса бройлеров составила $886,5 \pm 10,30$ г. Показатели 4-й и 5-й опытных групп были выше результатов 1-й контрольной группы – на 1,5% (+13,0 г) и 1,2% (+9,7 г) соответственно.

При сравнительном анализе показателей 2-й условно контрольной группы (экспериментальный микотоксикоз) с 4-й (микотоксины + 0,2%) и 5-й (микотоксины + 0,4%) опытными группами отметим, что живая масса бройлеров в 4-й и 5-й группах была на 8,0% (+66,7 г) и 7,6% (+64,2 г) выше, чем во 2-й группе, что подтверждает негативное влияние микотоксинов на рост и развитие птицы.

Максимальной продуктивностью обладали цыплята из 3-й опытной группы (ОР + 0,4%), в которой живая масса птицы на 2,3% (+20,3 г) была больше, чем в 1-й контрольной группе и на 8,9% (+74,0 г), чем во 2-й условно контрольной группе.

При сравнительном анализе достигнутых показателей в 1-й и 2-й контрольных группах отметим, что наличие микотоксинов в комбикорме действовало угнетающе на физиологическое состояние птицы и подавляло обменные процессы в организме бройлеров. Масса цыплят 2-й группы была меньше аналогов из 1-й группы – на 6,1% (-53,7 г), что свидетельствует об угнетенном физиологическом состоянии птицы при токсическом воздействии комбикорма.

К концу периода откорма цыплят-бройлеров кросса Росс-308 выращенная птица подлежала взвешиванию с учетом полового диморфизма. Петушки 1-й контрольной группы на 42-е сутки достигли средней живой массы $2748,1 \pm 28,10$ г. Живая масса петушков из 4-й и 5-й опытных групп была выше – на 0,6% (+17,6 г) и 0,2% (+6,2 г), чем у птицы из 1-й контрольной группы и на 22,4 % (506,4 г) и 21,9% (495,0 г), чем у бройлеров их 2-й условно контрольной группы. Максимальной живой массой обладали петушки, выращиваемые в 3-й опытной группе – 2781,4 г.

Таблица 2 – Динамика прироста живой массы, г (М±m; n=20, ♂-10 + ♀-10)

Период выращивания (сутки)	Группы				
	1 - контроль	2 - условный контроль	3 - опытная	4 - опытная	5 - опытная
1-е сутки	41±0,1				
I – 7-е сутки	160,8±2,50	159,0±2,70	161,0±2,53	160,9±2,53	160,8±2,14
II – 14-е сутки	432,4±6,50	421,4±6,80	440,1±6,50	439,5±6,50	437,8±6,60
III - 21-е сутки	886,5±10,30	832,8±10,70	906,8±10,60	899,5±10,30	896,2±10,60
IV - 28-е сутки	1377,3±16,50 P_2-P_1 ***	1219,3±18,50	1390,1±15,70 P_2-P_3 ***	1385,5±16,50 P_2-P_4 ***	1387,3±16,60 P_2-P_5 ***
V - 35-е сутки	1994,6±21,30 P_2-P_1 ***	1774,6±25,60	2052,8±30,50 P_2-P_3 ***	2036,1±15,30 P_2-P_4 ***	2022,1±24,10 P_2-P_5 ***
VI - 42-е сутки ♂	2748,1±28,10	2259,3±28,30	2781,4±27,30	2765,7±28,30	2754,3±30,40
в % к контролю	100	82,2	101,2	100,6	100,2
♀	2503,5±25,20	2160,4±27,30	2538,1±25,00	2514,6±26,40	2502,5±28,50
в % к контролю	100	86,3	101,4	100,4	100,0
В среднем	2625,6±26,65	2209,9±27,80	2659,7±26,15	2640,1±27,35	2628,4±29,45
в % к контролю	100 P_2-P_1 ***	84,2	101,3 P_2-P_3 ***	100,5 P_2-P_4 ***	100,1 P_2-P_5 ***

Примечания: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Таблица 3 – Основные зоотехнические показатели (n=20)

Показатели	Группы				
	1 - контроль	2 - условный контроль	3 - опытная	4 - опытная	5 - опытная
Среднесуточный прирост, г	61,6	51,6	62,3	61,9	61,6
Падеж, гол. / %	1 / 5,0	4 / 20,0	0 / 0	1 / 5,0	1/5,0
Сохранность, %	95,0	80,0	100,0	95,0	95,0
Расход корма всего:					
- на группу птиц, кг	90	90	90	90	90
- на 1 голову, г/гол.	4509,22	4685,86	4500,00	4553,77	4547,13
в % к контролю	100	103,9	99,8	101,0	100,8
Расход корма на 1 кг прироста					
живой массы, кг	1,72	2,12	1,69	1,72	1,73
в % к контролю	100	123,3	98,3	100	100,5

Средняя живая масса контрольных курочек из 1-й группы составила 2503,5 г, а у представительниц из 4-й опытной группы – на 0,4% (+11,1 г) больше. Разницы по живой массе между показателями кур из 1-й и 5-й групп практически не наблюдалось (1 г). Курочки из 4-й и 5-й опытных групп превосходили сверстниц по живой массе из 2-й условно контрольной группы на 16,4% (-354,2 г) и 15,8% (-342,1 г) соответственно. Наивысшей живой массой обладали курочки из 3-й опытной группы – 2160,4 г, которые превосходили сверстниц из 4-й группы на 0,9% и из 5 группы – на 1,4%.

При оценке итоговых результатов, полученных в среднем по группам, отметим, что средняя живая масса 1-й контрольной группы достигла 2625,6 г, что является довольно высоким показателем. Бройлеры из 4-й и 5-й опытных групп превосходили сверстников из 1-й контрольной группы на 0,6% (+14,5 г) и 0,1% (+2,8 г), при этом результаты достоверных отличий не имели. Показатели 2-й условно контрольной группы были на 19,5% (-430,2 г) и 18,9% (-418,5 г) ниже, чем в 4-й и 5-й опытных группах соответственно.

Максимальную продуктивность показали цыплята-бройлеры, выращиваемые в 3-й опытной группе – 2659,7 г, что было выше на 101,3% (+34,1 г), чем в 1-й контрольной группе и даже на 0,7% и 1,2%, чем в 4-й и 5-й опытных группах соответственно, что подтверждает необходимость применения с профилактической целью адсорбентов микотоксинов в комбикормах для цыплят-бройлеров, в частности «СинерджиСорб Детокс-мико (SynergySorb®Detox-mycos)».

В таблице 3 представлены основные зоотехнические показатели подопытных цыплят-бройлеров кросса Росс-308. На основании полученных фактических данных по живой массе подопытных бройлеров нами был рассчитан среднесуточный прирост. Максимальным приростом обладали цыплята из 3-й опытной группы – 62,3 г. В 1-й контрольной группе среднесуточный прирост составил 61,6 г, что также является высоким показателем энергии роста цыплят-бройлеров. В 4-й опытной группе этот показатель был выше контроля на 0,5% (+0,3 г), а в 5-й опытной группе были получены результаты, идентичные контролю.

При анализе профилактического действия кормовой добавки на основе лигнина «СинерджиСорб Детокс-мико (SynergySorb®Detox-mycos)» отметим, что результаты среднесуточного прироста живой массы бройлеров, достигнутые в 4-й и 5-й опытных группах, были на 19,9% (+10,3 г) и 19,4% (+10,0 г) выше, чем во 2-й условно контрольной группе.

На сохранность поголовья наибольшее влияние оказали факторы кормления. Максимальный отход птицы (4 гол., 20%) наблюдался во 2-й условно контрольной группе (экспериментальный микотоксикоз) и был связан с накопительным и синергетическим эффектом экспериментального комбикорма.

Кроме того, в скелетной мускулатуре, особенно ног, наблюдались изменения и атрофия (рисунок 1).



Рисунок 1 – Изменения ног у цыплят-бройлеров при экспериментальном микотоксикозе (фото Е.А. Капитоновой, 2022)

Для объективной оценки сохранности поголовья в подопытных группах отметим, что в 1-й, 4 и 5-й группах также был зафиксирован отход птицы, по 1 голове (5,0%) в группе, что было связано с адаптационным периодом при посадке на выращивание (I период).

Потребление кормов контролировали путем ежедневного группового учета заданных кормов и снятия остатков в конце учетных периодов. При еженедельном фиксировании продуктивности цыплят-бройлеров кормоотдача в подопытных группах была различной. С учетом совокупности взаимосвя-

занных показателей, расход корма на 1 кг прироста живой массы был наилучшим в 3-й опытной группе – 1,69 кг, что было на 1,7% меньше, чем в 1-й контрольной группе. Также высокими показателями конверсии корма обладали 4-я (1,72 кг) и 5-я (1,73 кг) опытные группы.

Заключение. На основании проведенных исследований установлено, что введение в рацион цыплят-бройлеров кросса Росс-308 кормовой добавки «СинерджиСорб Детокс-мико (SynergySorb®Detox-muco)» в различных концентрациях способствовало увеличению средней живой массы бройлеров на 0,1-1,3%, среднесуточных приростов – на 0,5-1,1%, сохранности поголовья – 95,0-100% при снижении расхода кормов на единицу продукции до 1,7%. Полученные результаты позволяют рекомендовать новый адсорбент микотоксинов для апробации в условиях промышленного птицеводства.

Conclusion. On the basis of the conducted studies, it was established that the introduction of the feed additive SynergySorb® Detox-muco into the diet of broiler chickens of the Ross-308 cross in various concentrations, contributed to an increase in the average live weight of broilers – by 0.1- 1.3%, average daily gains – by 0.5-1.1%, livestock safety rate – by 95.0-100% with a decrease in feed consumption per unit of production – by 1.7%. The results obtained make it possible to recommend a new mycotoxin adsorbent for testing in industrial poultry farming.

Список литературы. 1. Алексин, М. М. Влияние фульвокислоты на эффективность производства мяса сельскохозяйственной птицы / М. М. Алексин, Е. А. Капитонова, П. В. Арефьев // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 78-82. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-78-82. 2. Готовский, Д. Г. Эффективность бактерицидных и фунгицидных свойств различных сорбирующих продуктов *in vitro* / Д. Г. Готовский, Е. А. Капитонова, В. В. Янченко // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 4. – С. 69-73. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-4-69-73. 3. Козинец, А. И. Разработка новых адсорбентов микотоксинов для повышения санитарного качества кормов и безопасности производства продуктов питания животного происхождения / А. И. Козинец, И. Н. Дубина, Е. А. Капитонова // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 94-98. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-94-98. 4. Капитонова, Е. А. Сравнительная экономическая эффективность применения кормовых добавок на основе трепела в бройлерном птицеводстве / Е. А. Капитонова // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 1. – С. 82-85. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-82-85. 5. Капитонова, Е. А. Эффективность внедрения в птицеводство жидкой кормовой добавки на основе фульвокислоты / Е. А. Капитонова, П. В. Арефьев // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 107-110. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-107-110. 6. Капитонова, Е. А. Контроль мясных показателей цыплят-бройлеров при введении новых отечественных цеолитсодержащих кормовых добавок / Е. А. Капитонова // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 157-162. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-157-162. 7. Капитонова, Е. А. Экологическая безопасность использования средства для санации пола при выращивании сельскохозяйственной птицы мясного направления продуктивности / Е. А. Капитонова // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 90-94. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-90-94. 8. Повышение эффективности птицеводства за счет улучшения санитарного качества комбикорма адсорбентами микотоксинов / И. И. Кочин [и др.]. // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 99-104. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-99-104.

References. Aleksin, M. M. Vliyaniye ful'vokisloty na effektivnost' proizvodstva myasa sel'skhoz'yajstvennoj pticy / M. M. Aleksin, E. A. Kapitonova, P. V. Aref'ev // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – T. 57, vyp. 2. – S. 78-82. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-78-82. 2. Gotovskij, D. G. Effektivnost' baktericidnyh i fungicidnyh svojstv razlichnyh sorbiruyushchih produktov *in vitro* / D. G. Gotovskij, E. A. Kapitonova, V. V. YAnchenko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – T. 57, vyp. 4. – S. 69-73. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-4-69-73. 3. Kozinec, A. I. Razrabotka novyh adsorbentov dlya povysheniya sanitarnogo kachestva kormov i bezopasnosti proizvodstva produktov pitaniya zhivotnogo proiskhozhdeniya / A. I. Kozinec, I. N. Dubina, E. A. Kapitonova // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – T. 57, vyp. 3. – S. 94-98. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-94-98. 4. Kapitonova, E. A. Sravnitel'naya ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya kormovyh dobavok na osnove trepela v brojlernom pticevodstve / E. A. Kapitonova // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – T. 57, vyp. 1. – S. 82-85. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-82-85. 5. Kapitonova, E. A. Effektivnost' vnedreniya v pticevodstvo zhidkoj kormovoj dobavki na osnove ful'vokisloty / E. A. Kapitonova, P. V. Aref'ev // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – T. 57, vyp. 2. – S. 107-110. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-107-110. 6. Kapitonova, E. A. Kontrol' myasnyh pokazatelej cyplyat-brojlerov pri vvedenii novyh otechestvennyh ceolitsoderzhashchih kormovyh dobavok / E. A. Kapitonova // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – T. 57, vyp. 2. – S. 157-162. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-157-162. 7. Kapitonova, E. A. Ekologicheskaya bezopasnost' ispol'zovaniya

sredstva dlya sanacii pola pri vyrashchivani sel'skohozyajstvennoj pticy myasnogo napravleniya produktivnosti / E.A. Kapitonova // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 90-94. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-90-94. 8. Povyshenie effektivnosti pticevodstva za schet uluchsheniya sanitarnogo kachestva kombikorma adsorbentami mikotoksinov / I.I. Kochish [i dr.]. // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 99-104. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-99-104.

Поступила в редакцию 11.10.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-62-70
УДК 636.2.082.2:636.034(476)

АССОЦИАЦИЯ КОМПЛЕКСА ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ *DGAT1*, *GH*, *PRL* И *BLG* С ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ БЕЛОРУССКОЙ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Михалюк А.Н. ORCID 0000-0001-6110-264X, Танана Л.А. ORCID 0000-0002-0631-6116

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

*При оценке ассоциированного влияния комплексных генотипов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (*DGAT1*), соматотропина (*GH*), пролактина (*PRL*) и бета-лактоглобулина (*BLG*) на показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы установлено, что наиболее высокие показатели молочной продуктивности имели животные с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, комплексные генотипы, гены диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (*DGAT1*), соматотропина (*GH*), пролактина (*PRL*) и бета-лактоглобулина (*BLG*), молочная продуктивность.*

ASSOCIATION OF A COMPLEX OF POLYMORPHIC VARIANTS OF THE *DGAT1*, *GH*, *PRL* AND *BLG* GENES WITH INDICATORS OF DAIRY PRODUCTIVITY OF BELARUSIAN BLACK-AND-WHITE COWS

Mikhaljuk A.N., Tanana L.A.

EE "Grodno State Agricultural University", Grodno, Republic of Belarus

*When assessing the associated effect of complex genotypes of diacylglycerol O-acyl transferase 1 (*DGAT1*), somatotropin (*GH*), prolactin (*PRL*) and beta-lactoglobulin (*BLG*) genes on the indicators of dairy productivity of cows of the Belarusian black-and-white breed, it was found that animals with the complex genotype $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ had the highest indicators of dairy productivity. **Keywords:** cattle, complex genotypes, genes of diacylglycerol O-acyl transferase 1 (*DGAT1*), somatotropin (*GH*), prolactin (*PRL*) and beta-lactoglobulin (*BLG*), milk productivity.*

Введение. Для повышения эффективности селекционного процесса по основным хозяйственно полезным признакам многие ученые предлагают использовать маркирование одного признака не по одному, а по нескольким генам, что позволяет повысить уровень молочной продуктивности сельскохозяйственных животных [6, 7]. Вместе с тем во многих доступных нам научных работах комплексное влияние генов на хозяйственно полезные признаки крупного рогатого скота не рассматривалось. Ученые высказали мнение, что: «малое количество коров с редкими генотипами в стаде не позволяет делать категоричных выводов о характере их взаимосвязи с показателями молочной продуктивности и требует дальнейших исследований» [1].

Целью данной работы явилось исследование полиморфизма генов и оценка ассоциированного влияния комплексных генотипов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (*DGAT1*), соматотропина (*GH*), пролактина (*PRL*), бета-лактоглобулина (*BLG*) на показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы. Оценка ассоциированного влияния комбинации генотипов исследуемых генов проводилась по трем лактациям коров.

Материалы и методы исследований. Для исследования использовали биологический материал (ушной выщип) от коров белорусской черно-пестрой породы в количестве 105. Для оценки аллелофонда коров белорусской черно-пестрой породы служили данные продуктивности исследуемых животных по трем лактациям, полученные из УСП «Новый Двор-Агро» Свислочского района Гродненской области.

ДНК-генотипирование животных по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (*DGAT1*), соматотропина (*GH*), пролактина (*PRL*) и бета-лактоглобулина (*BLG*) проводили 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.

В таблице 1 приведен состав реакционной смеси для проведения амплификации исследуемых локусов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (*DGAT1*), соматотропина (*GH*), пролактина (*PRL*) и бета-лактоглобулина (*BLG*).

Таблица 1 – Состав реакционной смеси для проведения амплификации исследуемых локусов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (*DGAT1*), соматотропина (*GH*), пролактина (*PRL*) и бета-лактоглобулина (*BLG*)

Компоненты	Количество реагентов на 1 пробу
1 x Taq-буфер	1 x
50 mM MgCl ₂	2-5 mM
Смесь дНТФ	2-4 mM
Праймер 1	10-25 пМ
Праймер 2	10-25 пМ
Taq-полимераза 2500 ед, Евроген, PK113L	0,5-1,5 е.а.
ДНК	200-250 нг/мкл
H ₂ O	доводим до 25 мкл

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'

Условия проведения ПЦР *DGAT1*: 94°C, 5 мин.; 30 циклов – 94°C, 30 с.; 59°C, 40 с.; 72°C, 40 с.; достройка или финальная элонгация – 72°C, 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 W, 50-60 мин. 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. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 W, 50-60 мин., в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации гена *DGAT1* идентифицировался генотип: *DGAT1*^{KK} – фрагмент 411 п.н. (рисунок 1).

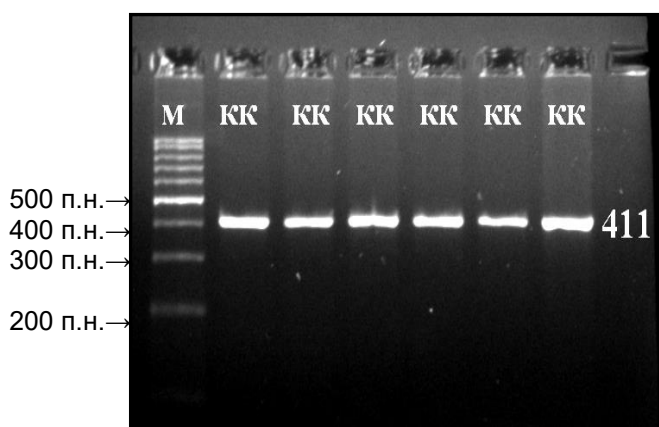


Рисунок 1 – Электрофореграмма рестрикционного анализа гена *DGAT1*

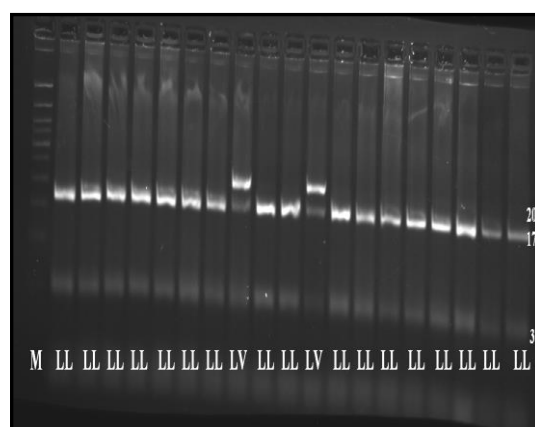


Рисунок 2 – Электрофореграмма рестрикционного анализа гена *GH*

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'

Условия проведения ПЦР *GH*: 94°C, 4 мин.; 35 циклов – 94°C, 45 с.; 65°C, 45 с.; 72°C, 45 с.; достройка или финальная элонгация – 72°C, 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 W, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена *GH* составила 223 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *GH* применяли эндонуклеазу AluI. Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 W, 50-60 мин., в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену *GH* идентифицировались генотипы: *GH*^{LL} – 208 п.н.; *GH*^{LV} – 208/172/35 п.н.; *GH*^{VV} – 172/35 п.н. (рисунок 2).

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

BLG 1: 5' TGT GCT GGA CAC CGA CTA CAA AAA G 3'

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

Условия проведения ПЦР *BLG*: 94°C, 5 мин.; 30 циклов – 94°C, 30 сек.; 59°C, 40 сек.; 72°C, 20 сек.; элонгация – 72°C, 3 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 W, 50-60 мин. Длина фрагмента гена *BLG* – 247 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *BLG* применяли эндонуклеазу *BsuRI* (*Hae III*). Реакцию проводили при температуре 37°C.

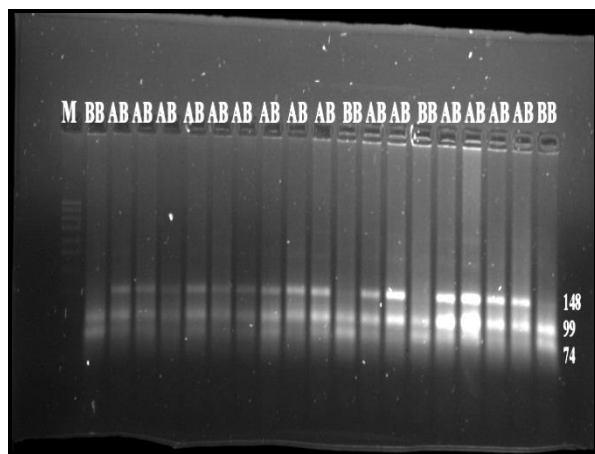


Рисунок 3 - Электрофореграмма рестрикционного анализа гена BLG

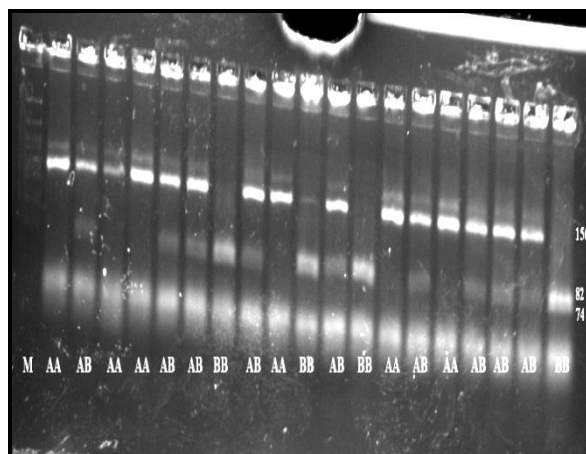


Рисунок 4 - Электрофореграмма рестрикционного анализа гена PRL

Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин., в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. 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 3).

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'

Условия проведения ПЦР PRL: 94°C, 4 мин.; 35 циклов – 94°C, 45 с.; 65°C, 45 с.; 72°C, 45 с.; элонгация – 72°C, 7 мин. Наличие ПЦР-фрагмента оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 W, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена *PRL* – 156 п.н. Для рестрикции амплифицированного участка гена *PRL* применяли эндонуклеазу Rsa I. Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 W, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. 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 4).

Частота встречаемости аллелей по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (*DGAT1*), пролактина (*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 белорусской черно-пестрой породы 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.

Селекционно-генетические параметры основных хозяйственно-полезных признаков определяли методами биологической статистики в описании Н.А. Плохинского [5], используя при этом компьютерную программу Microsoft Excel. Достоверными считались различия при уровне значимости: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$.

Результаты исследований. Характеристика генофонда крупного рогатого скота по полиморфизму генов, связанных с показателями молочной продуктивности животных, имеет большое значение для создания стад с более высокими качественными показателями молока. В таблице 2 приведена генетическая структура коров белорусской черно-пестрой породы по генам диацилглицерол О-

ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL), бета-лактоглобулина (BLG).

Таблица 2 - Генетическая структура коров белорусской черно-пестрой породы генов *DGAT1*, *GH*, *PRL* и *BLG* (n=105)

Ген	Частота встречаемости								Критерий χ^2
	фактическая					ожидаемая			
	аллелей		генотипов, %			генотипов, %			
DGAT1	A	K	KK	AK	AA	KK	AK	AA	—
	—	1,0	100,0	—	—	100,0	—	—	
GH	L	V	LL	LV	VV	LL	LV	VV	0,1096
	0,848	0,152	71,0	27,0	2,0	72,0	26,0	2,0	
PRL	A	B	AA	AB	BB	AA	AB	BB	0,2267
	0,786	0,214	61,0	35,0	4,0	62,0	34,0	4,0	
BLG	A	B	AA	AB	BB	AA	AB	BB	25,9944
	0.614	0.386	24.0	49.0	27.0	38.0	47.0	15.0	

Изучение генетической структуры коров белорусской черно-пестрой породы по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы 1 (DGAT1) показало, что все животные имели лишь один генотип – DGAT1^{KK} т.е. по данному гену отсутствовал полиморфизм. В исследованиях был установлен полиморфизм гена соматотропина (GH), представленный двумя аллелями – GH^L и GH^V, при этом идентифицировано три генотипа GH^{LL}, GH^{LV} и GH^{VV}. Среди исследуемых коров чаще встречались особи с генотипом GH^{LL} – 71%, с генотипом GH^{LV} – 27%, а с генотипом GH^{VV} – 2% животных.

По результатам исследований установлен полиморфизм гена пролактина (PRL), представленный двумя аллелями – PRL^A и PRL^B, при этом идентифицировано три генотипа PRL^{AA}, PRL^{AB} и PRL^{BB}. Среди опытных животных чаще встречались особи с генотипом PRL^{AA} – 61%, с генотипом PRL^{AB} – 35%, а с генотипом PRL^{BB} – 4% особей соответственно. Что касается гена бета-лактоглобулина (BLG), то также установлен его полиморфизм. Он представлен двумя аллелями – BLG^A и BLG^B, при этом было идентифицировано три генотипа: два гомозиготных – AA и BB, гетерозиготный – AB. Частота встречаемости особей с генотипом BLG^{AB} составила 49%, с генотипом BLG^{AA} – 24%, а с генотипом BLG^{BB} – 27% соответственно. Анализ ожидаемой частоты встречаемости генотипов свидетельствует о значительных отклонениях показателей от фактических значений и может указывать на нарушение генетического равновесия, что подтверждается критерием хи-квадрат (χ^2). Подобное давление на ген может трактоваться как усиленная селекционная работа в направлении повышения молочной продуктивности животных, в частности, удоя. Анализ критерия хи-квадрат (χ^2) по генам соматотропина (GH) и пролактина (PRL) не обнаружил нарушения генетического равновесия в изучаемой популяции коров.

Соотношение первотелок белорусской черно-пестрой породы с выявленными комбинациями генотипов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) представлено на рисунке 5.

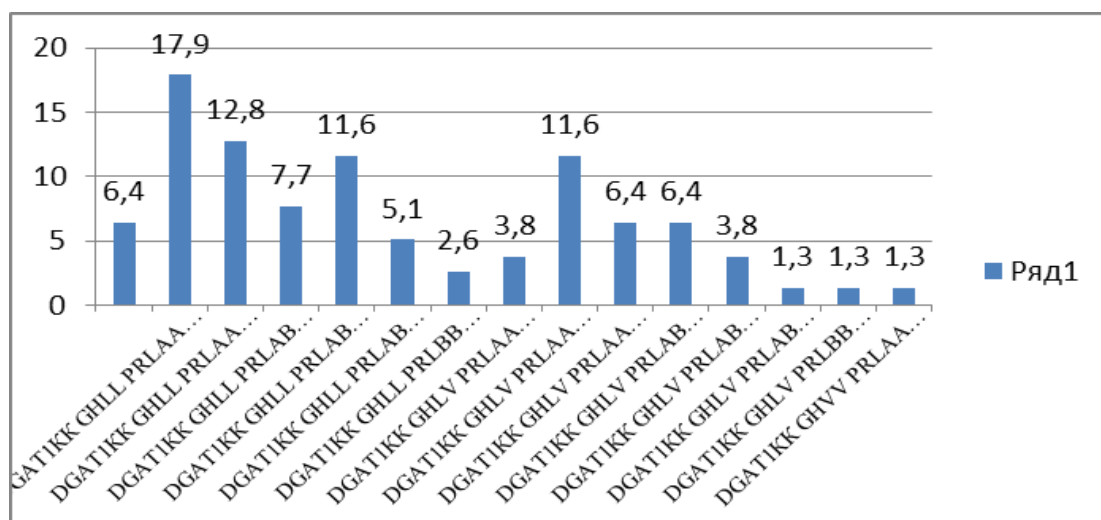


Рисунок 5 – Соотношение первотелок белорусской черно-пестрой породы с выявленными комбинациями генотипов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG)

Из представленных на рисунке 5 данных видно, что всего было выявлено 15 комплексных генотипов из 27 возможных комбинаций. Из всех протестированных первотелок наибольшее количество животных имело комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 17,9% (14 голов). Так, 12,8% первотелок, или 10 голов имели генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$, по 9 голов, или по 11,6% животных имели комплексные генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ соответственно, 6 животных, или 7,7% имели комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$, еще по 5 первотелок, или по 6,4% животных имели комплексные генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$, $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{BB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$ соответственно, по 3 головы, или по 3,8% первотелок имели генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$, а комплексные генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{BB}$, $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{BB}BLG^{AA}$ и $DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ имели еще по 1 животному.

Соотношение коров белорусской черно-пестрой породы второй лактации с выявленными комбинациями генотипов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) представлено на рисунке 6.

Представленные на рисунке 6 данные свидетельствуют о том, что всего было выявлено 13 генотипов из 27 возможных комбинаций. Так же как и в случае с первотелками, наибольшее количество из всех протестированных животных имели комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 20,3% (12 голов). При этом другие комплексные генотипы были распределены следующим образом: по 8 голов (или по 13,5%) животных имели комплексные генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ соответственно, еще по 6 голов (по 10,2%) животных имели генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$, 5 коров, или 8,5% имели комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$, 6,8% животных, или 4 головы имели комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$, по 3 головы (по 5,1%) имели комплексные генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{BB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{BB}$, а комплексные генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{BB}BLG^{AA}$, $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA}$, $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AB}$ и $DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ имели по 1 животному.

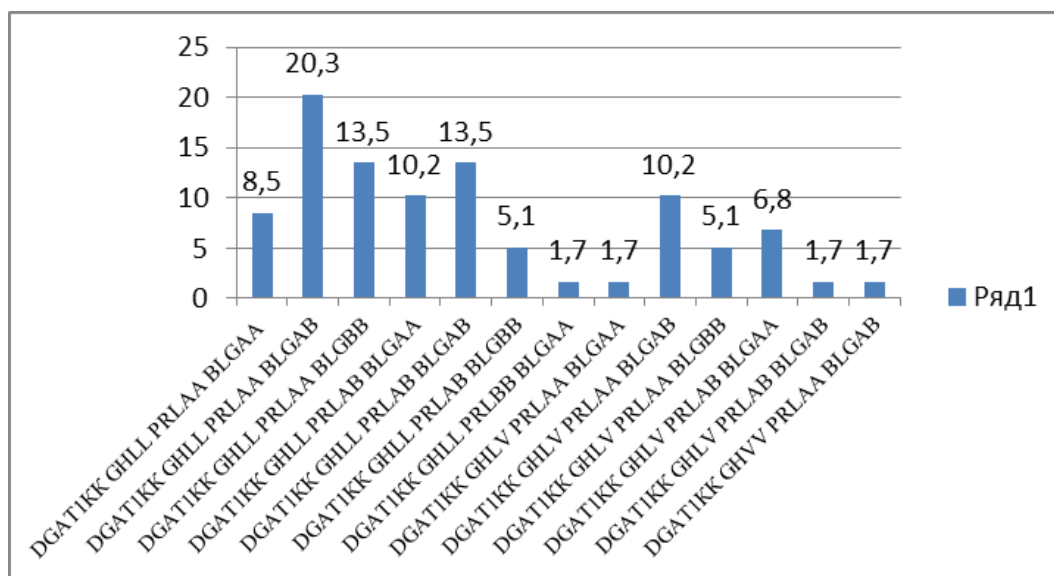


Рисунок 6 – Соотношение коров белорусской черно-пестрой породы второй лактации с выявленными комбинациями генотипов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG)

Соотношение коров белорусской черно-пестрой породы третьей лактации с выявленными комбинациями генотипов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) представлено на рисунке 7. Анализ данных, представленных на рисунке 7, свидетельствует о том, что общее количество выявленных генотипов – 12. Так же как и у первотелок и коров второй лактации, наибольшее количество из всех протестированных коров третьей лактации имели комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – 23,8% (10 голов), в том числе 16,6% животных, или 7 голов имели комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$, 6 коров, или 14,3% животных имели комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$, по 4 головы, или по 9,5% коров имели комплексные генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ соответственно, 3 коровы, или 7,1% животных имели комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$, еще по 2 головы, или по 4,8% животных имели комплексные генотипы $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{BB}$ и

DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}, комплексные генотипы DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{BB}BLG^{AA}, DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{BB}BLG^{AB}, DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AA} и DGAT1^{KK}GH^{VV}PRL^{AA}BLG^{AB} соответственно были представлены 1 животным.

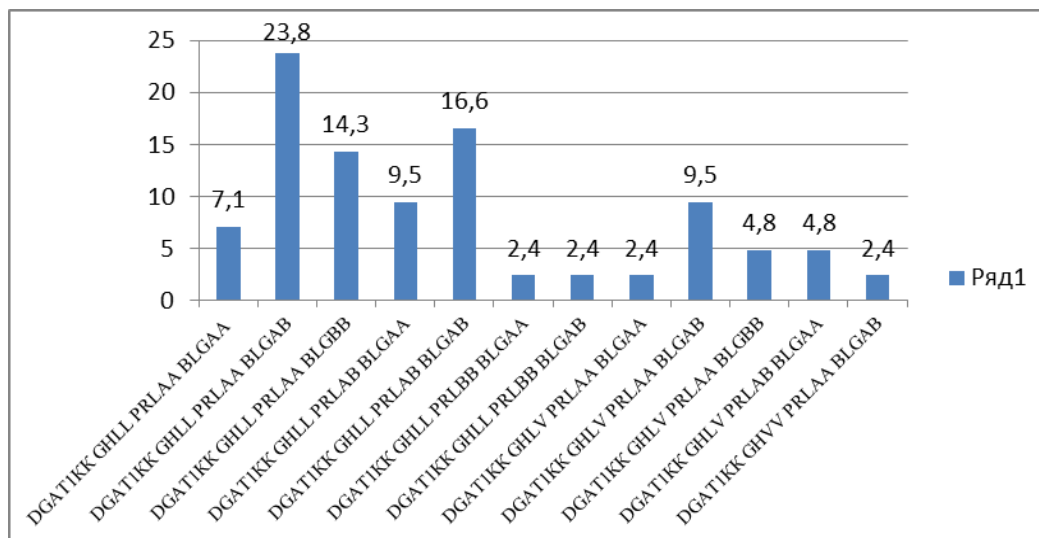


Рисунок 7 – Соотношение коров белорусской черно-пестрой породы третьей лактации с выявленными комбинациями генотипов генов диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG)

Следует отметить, что к третьей лактации почти половина протестированных животных выбыла из основного стада. Основными причинами выбытия также были маститы (67%), эндометриты (10%), болезни конечностей (17%), внутренние незаразные заболевания (кетозы) (6%).

Для оценки ассоциированного влияния комплексных генотипов по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) на показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы минимальная выборка составила 5 голов.

В таблице 3 приведены показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы с комплексными генотипами по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG). Анализ данных таблицы свидетельствует о том, что наиболее высокий удой был у первотелок белорусской черно-пестрой породы с комплексных генотипом DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB} – 6248,56±248,84 кг, у первотелок с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} – 6171,21±279,89 кг. Первотелки с указанными выше комплексными генотипами превосходили своих сверстниц, имеющих самый низкий удой – 5207,80±246,87 кг (комплексный генотип DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}) на 19,9% (P<0,01) и на 18,4% (P<0,01) соответственно. Удой первотелок с другими комплексными генотипами составил: DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA} – 5917,20±243,45 кг, DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB} – 5998,30±244,84 кг, DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA} – 5989,00±202,49 кг, DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB} – 5978,67±240,78 кг, DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{BB} – 5807,40±241,43 кг. По этому показателю они превосходили первотелок с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA} на 13,6% (P<0,01), на 15,1% (P<0,01), на 15,0% (P<0,01), 14,8% (P<0,01) и на 11,5% (P<0,05) соответственно. По массовой доле жира в молоке наиболее высокие показатели имели первотелки с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB} – 3,81±0,07% и превосходили своих сверстниц с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}, имеющих наиболее низкую жирномолочность, на 3,65%, или на 0,16 п.п. (P<0,05). У первотелок с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA} массовая доля жира в молоке составила 3,73±0,11%, с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB} – 3,73±0,10%, с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA} – 3,68±0,11%, с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB} – 3,75 ± 0,09%, с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB} – 3,76 ± 0,09% и с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{BB} – 3,65 ± 0,04%, что на 0,08 п.п., 0,08 п.п., 0,03 п.п., 0,10 п.п., 0,11 п.п. и на 0,02 п.п. выше соответственно, чем у первотелок с комплексным генотипом DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}. Что касается массовой доли белка в молоке, то наиболее высокий показатель имели первотелки с комплексными генотипами DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA} и DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB} – 3,33±0,04%, самые низкие – первотелки с комплексными генотипами DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB} и DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{BB} – 3,25±0,04%. У первотелок остальных изучаемых генотипов массовая доля белка в молоке находилась в интервале 3,27±0,04% ... 3,32±0,04%.

Таблица 3 – Ассоциация комплексных генотипов по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL), бета-лактоглобулина (BLG) с показателями молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы ($M \pm m$)

№	Генотип	n	Показатели				
			Удой за 305 дней лактации, кг	Массовая доля жира, %	Количество молочного жира, кг	Массовая доля белка, %	Количество молочного белка, кг
Первотелки белорусской черно-пестрой породы							
1	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{AA}	5	5917,20±243,45**	3,73±0,11	221,70±13,98**	3,27±0,08	193,00±8,29**
2	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{AB}	14	6171,21±279,89**	3,81±0,07*	236,14±13,45**	3,27±0,04	202,36±10,20**
3	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{BB}	10	5998,30±244,84**	3,73±0,10	223,20±11,47**	3,28±0,05	196,20±7,36**
4	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AB} BLG ^{AA}	6	5989,00±202,49**	3,68±0,11	222,50±13,06**	3,33±0,04	200,00±11,00**
5	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AB} BLG ^{AB}	9	5978,67±240,78**	3,75±0,09	226,11±12,24**	3,25±0,04	194,44±12,46**
6	DGAT1 ^{KK} GH ^{LV} PRL ^{AA} BLG ^{AB}	9	6248,56±241,10**	3,76±0,09	234,22±12,73**	3,33±0,04	208,44±12,04**
7	DGAT1 ^{KK} GH ^{LV} PRL ^{AA} BLG ^{BB}	5	5807,40±241,43*	3,67±0,04	213,40±9,98*	3,25±0,04	188,40±7,28*
8	DGAT1 ^{KK} GH ^{LV} PRL ^{AB} BLG ^{AA}	5	5207,80±246,87	3,65±0,04	188,80±9,02	3,32±0,04	172,60±9,97
Коровы белорусской черно-пестрой породы второй лактации							
1	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{AA}	5	5798,40±251,29	3,55±0,11	206,20±12,42	3,25±0,04	188,60±9,34
2	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{AB}	12	5993,50±200,65	3,82±0,04**	228,42±7,82**	3,34±0,03	200,08±7,41*
3	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{BB}	8	5809,38±226,28	3,77±0,07*	218,63±12,08*	3,31±0,04	192,50±13,74
4	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AB} BLG ^{AA}	6	6047,83±206,32	3,60±0,10	217,67±12,05*	3,31±0,06	199,67±10,10*
5	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AB} BLG ^{AB}	8	5809,45±229,64	3,73±0,07*	216,63±10,02*	3,32±0,03	193,25±8,89
6	DGAT1 ^{KK} GH ^{LV} PRL ^{AA} BLG ^{AB}	6	5885,17±282,55	3,76±0,07*	220,83±12,45*	3,37±0,05	197,33±11,75*
Коровы белорусской черно-пестрой породы третьей лактации							
1	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{AB}	10	5675,60±122,84	3,89±0,08	221,20±7,69	3,37±0,04	190,70±8,53
2	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AA} BLG ^{BB}	6	6011,33±248,53*	3,76±0,04	225,50±13,94	3,33±0,04	200,67±12,90
3	DGAT1 ^{KK} GH ^{LL} PRL ^{AB} BLG ^{AB}	7	5759,86±282,88	3,74±0,07	215,00±11,07	3,32±0,05	191,29±10,16

По количеству молочного жира в молоке самые высокие качественные показатели имели первотелки с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $236,14 \pm 13,45$ кг, что на 25,1% ($P < 0,01$) выше, чем у первотелок с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$, имеющих наименьший показатель – $188,80 \pm 9,02$ кг.

У первотелок с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$ количество молочного жира в молоке составило $221,70 \pm 13,98$ кг, с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ – $223,20 \pm 11,47$ кг, с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ – $225,50 \pm 13,06$ кг, с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – $226,11 \pm 12,24$ кг, с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $234,22 \pm 12,73$ кг и с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{BB}$ – $213,40 \pm 9,98$ кг, что на 17,4% ($P < 0,01$), на 18,2% ($P < 0,01$), на 17,8% ($P < 0,01$), на 19,7% ($P < 0,01$), на 24,1% ($P < 0,01$) и на 13,0% ($P < 0,05$) соответственно выше, по сравнению с первотелками, имеющими комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$. По количеству молочного белка в молоке лучшие результаты показали первотелки с комплексными генотипами $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $208,44 \pm 12,04$ кг и $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $202,36 \pm 10,20$ кг, что на 20,7% ($P < 0,01$) и на 17,2% ($P < 0,01$) выше, чем у первотелок комплексного генотипа $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$, имеющих показатель $172,60 \pm 9,97$ кг. У первотелок других изучаемых комплексных генотипов количество молочного белка в молоке находилось в интервале $188,40 \pm 7,28$ кг... $200,00 \pm 11,00$ кг, что выше, чем у первотелок с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AB}BLG^{AA}$ на 9,1% ($P < 0,05$) ...15,8% ($P < 0,05$) соответственно.

При анализе показателей молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы второй лактации с комплексными генотипами по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 ($DGAT1$), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) было установлено, что наиболее высокие удои были у коров с комплексными генотипами $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ и $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $6047,83 \pm 206,32$ кг и $5993,50 \pm 200,65$ кг соответственно, что на 4,3% и на 3,3% выше, чем у коров с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$, имеющих наименьший удой – $5798,40 \pm 251,29$ кг. Коровы второй лактации комплексного генотипа $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ имели удой $5809,38 \pm 226,28$ кг, комплексного генотипа $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – $5809,38 \pm 229,64$ кг и комплексного генотипа $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $5885,17 \pm 282,55$ кг, что на 0,2%, на 0,2% и на 1,4% выше, чем у коров с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$. По массовой доле жира в молоке, так же как и у первотелок, наиболее высокий показатель имели животные с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $3,82 \pm 0,04\%$, что на 0,27 п.п. ($P < 0,01$) больше, чем у коров с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$, имеющих наименьшую жирномолочность – $3,55 \pm 0,11\%$. У коров с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ массовая доля жира в молоке составила $3,77 \pm 0,07\%$, с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ – $3,60 \pm 0,10\%$, с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – $3,73 \pm 0,07\%$ и с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $3,76 \pm 0,07\%$, что на 0,22 п.п. ($P < 0,05$), на 0,05 п.п., на 0,18 п.п. ($P < 0,05$) и на 0,21 п.п. ($P < 0,05$) выше, чем у коров с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$ соответственно. Что касается массовой доли белка в молоке, то наиболее высокий показатель имели коровы с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $3,37 \pm 0,05\%$, наиболее низкий – коровы с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$ – $3,25 \pm 0,04\%$. У животных других комплексных генотипов массовая доля белка в молоке варьировала в пределах $3,31 \pm 0,04\%$... $3,34 \pm 0,03\%$. В отношении количества молочного жира и белка в молоке наиболее высокие результаты показали животные, имеющие комплексный генотип $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $228,42 \pm 7,82$ кг и $200,08 \pm 7,41$ кг соответственно. По этим показателям они превосходили животных с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AA}$, имеющих наиболее низкие значения – $206,20 \pm 12,42$ кг и $188,60 \pm 9,34$ кг, что на 10,8% ($P < 0,01$) и на 6,1% ($P < 0,05$) ниже соответственно. Что касается животных других комплексных генотипов, то количество молочного жира и белка в молоке у них составило: у коров с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ – $218,63 \pm 12,08$ кг и $192,50 \pm 13,74$ кг, с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AA}$ – $217,67 \pm 12,05$ кг и $199,67 \pm 10,10$ кг, с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – $216,63 \pm 10,02$ кг и $193,25 \pm 8,89$ кг и с генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LV}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $220,83 \pm 12,45$ кг и $197,33 \pm 11,75$ кг соответственно.

К третьей лактации остались выборки животных по 5 голов и более трех полиморфных вариантов генов – $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ (10 голов), $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ (6 голов) и $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ (7 голов), другие выявленные комплексные генотипы были представлены меньшим количеством голов.

При анализе показателей молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой пород третьей лактации с комплексными генотипами по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 ($DGAT1$), соматотропина (GH), пролактина (PRL), бета-лактоглобулина (BLG) было установлено, что по удою наиболее высокий показатель имели коровы с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ – $6011,33 \pm 248,53$ кг, самый низкий – $5675,60 \pm 122,84$ кг – животные с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$, у коров с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ удой составил $5759,86 \pm 282,88$ кг. Вместе с тем по массовой доле жира и

белка в молоке наиболее высокие показатели имели коровы третьей лактации с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ – $3,89 \pm 0,08\%$ и $3,37 \pm 0,04\%$ соответственно. По этим показателям они превосходили своих сверстниц с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ на 0,13 п.п. ($P < 0,05$) и на 0,04 п.п., а коров с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – на 0,15 п.п. ($P < 0,05$) и на 0,05 п.п. соответственно.

По количеству молочного жира и белка в молоке наиболее высокие результаты имели животные с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{BB}$ – $225,50 \pm 13,94$ кг и $200,67 \pm 12,90$ кг, что связано с более высоким удоем по сравнению со сверстницами. У коров с полиморфным вариантом генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ данные показатели составили $221,20 \pm 7,69$ кг и $190,70 \pm 8,53$ кг, а у животных полиморфным вариантом генов $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AB}BLG^{AB}$ – $215,00 \pm 11,07$ кг и $191,29 \pm 10,16$ кг соответственно.

Заключение. При оценке ассоциированного влияния комплексных генотипов по генам диацилглицерол О-ацил трансферазы 1 (DGAT1), соматотропина (GH), пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) с показателями молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы установлено, что по массовой доле жира и количеству молочного жира в молоке, в большинстве случаев, наиболее высокие показатели имели животные с комплексным генотипом $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$.

Conclusion. When assessing the associated effect of complex genotypes of diacylglycerol O-acyl transferase 1 (DGAT1), somatotropin (GH), prolactin (PRL) and beta-lactoglobulin (BLG) genes on the indicators of dairy productivity of cows of the Belarusian black-and-white breed, it was found that animals with the complex genotype $DGAT1^{KK}GH^{LL}PRL^{AA}BLG^{AB}$ had the highest indicators of dairy productivity.

Список литературы. 1. Калашникова, Л. А. Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / Л. А. Калашникова, Я. А. Хабибрахманова, А. Ш. Тинаев // Доклады РАСХН. – 2009. – № 3. – С. 49-52. 2. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование. / Т. Маниатис, Э.Фрич, Дж. Сэмбрук. - М. : Мир, 1984. – 480 с. 3. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике / Е.К. Меркурьева. – М. : Колос, 1970. – 423 с. 4. Меркурьева, Е. К. Генетика с основами биометрии / Е. К. Меркурьева, Г. Н. Шангин-Березовский. – М. : Колос, 1983. – 400 с. 5. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М. : АН СССР, 1969. – 360 с. 6. Погорельский, И. А. Полиморфизм генов бета-лактоглобулина, гормона роста и пролактина и влияние их генотипов на молочную продуктивность коров / И. А. Погорельский, Г. Н. Сердюк, М. В. Позовникова // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 6. – С. 9-13. 7. Хабибрахманова, Я. А. Генный полиморфизм молочных пород скота / Я. А. Хабибрахманова, Ш. Р. Мещеров, Л. А. Калашникова // Съезд генетиков и селекционеров, посвященный 200-летию со дня рождения Ч. Дарвина. V Съезд ВОГИС, Москва, 21-28 июня 2009 г. – Москва, 2009. – С. 110. 8. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Frisian bulls / S. Ardicli [et al] // Archives Animal Breeding. 62,9 – 32, 2019. 9. Stimulated growth hormone (GH) release in Friesian cattle with respect to GH genotypes / R. Grochowska [et al] // Respod. Nutr. Dev. 39 (1999) 171-180. 10. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle / J. Komisarek [et al] // Animal Science Papers and Reports vol.22 (2004) no.3, 307-313. 11. Polymorphism of PIT-1 and Prolactin Genes and Their Effects on Milk Yield in Holstein Frisian Dairy Cows Bred in Vietnam / N.T.D. Thy [et al] // Russian Journal of Genetics, 2018, Vol.54, No.3, pp.346-352.

References. 1. Kalashnikova, L. A. Vliyanie polimorfizma genov molochnyh belkov i gormonov na molochnuyu produktivnost' korov cherno-pestroy porody / L. A. Kalashnikova, YA. A. Habibrahmanova, A. SH. Tinaev // Doklady RASKHN. – 2009. – № 3. – S. 49-52. 2. Maniatis, T. Molekulyarnoe klonirovanie. / T. Maniatis, E.Frich, Dzh. Sembruk. - M. : Mir, 1984. – 480 s. 3. Merkur'eva, E. K. Biometriya v selektsii i genetike / E.K. Merkur'eva. – M. : Kolos, 1970. – 423 s. 4. Merkur'eva, E. K. Genetika s osnovami biometrii / E. K. Merkur'eva, G. N. SHangin-Berezovskij. – M. : Kolos, 1983. – 400 s. 5. Plohinskij, N. A. Biometriya / N. A. Plohinskij. – M. : AN SSSR, 1969. – 360 s. 6. Pogorel'skij, I. A. Polimorfizm genov beta-laktoglobulina, gormona rosta i prolaktina i vliyanie ih genotipov na moloch-nuyu produktivnost' korov / I. A. Pogorel'skij, G. N. Serdyuk, M. V. Pozovnikova // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2014. – № 6. – S. 9-13. 7. Habibrahmanova, YA. A. Gennyj polimorfizm molochnyh porod skota / YA. A. Habibrahmanova, SH. R. Meshcherov, L. A. Kalashnikova // S"ezd genetikov i selekcionerov, posvyashchennyj 200-letiyu so dnya rozhdeniya CH. Darvina. V S"ezd VOGIS, Moskva, 21-28 iyunya 2009 g. – Moskva, 2009. – S. 110. 8. Comprehensive assessment of candidate genes associated with fattening performance in Holstein-Frisian bulls / S. Ardicli [et al] // Archives Animal Breeding. 62,9 – 32, 2019. 9. Stimulated growth hormone (GH) release in Friesian cattle with respect to GH genotypes / R. Grochowska [et al] // Respod. Nutr. Dev. 39 (1999) 171-180. 10. Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle / J. Komisarek [et al] // Animal Science Papers and Reports vol.22 (2004) no.3, 307-313. 11. Polymorphism of PIT-1 and Prolactin Genes and Their Effects on Milk Yield in Holstein Frisian Dairy Cows Bred in Vietnam / N.T.D. Thy [et al] // Russian Journal of Genetics, 2018, Vol.54, No.3, pp.346-352.

Поступила в редакцию 18.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-71-75
УДК 636.2.034.084.41

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПЕРИОДОВ ЛАКТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНАХ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОРМА

*Подрез В.Н. ORCID ID 0000-0001-7527-2228, **Высочина Е.С., *Красочко П.А. ORCID ID 0000-0002-4641-4757, *Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, *Красочко И.А. ORCID ID 0000-0002-0634-8724, *Карпеня А.М. ORCID ID 0000-0002-1064-9212

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

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

*Установлена эффективность применения сухого защищенного жира в количестве 3% от массы комбикорма в рационах коров первого и второго периодов лактации, выразившаяся в повышении количества молока в зачетной массе соответственно на 8,1% и 6,8%, массовой доли жира достоверно – на 0,31 и 0,24 п.п., массовой доли белка в молоке – 0,11 и 0,02 п.п., массовой доли лактозы – на 0,07 и 0,04 п.п., массовой доли СОМО – на 0,22 и 0,06 п.п., а также снижении количества соматических клеток на 7,1% и 7,8%. **Ключевые слова:** молочная продуктивность, коровы, липиды, незащищенный и защищенный жир.*

MILK PRODUCTIVITY OF COWS IN THE FIRST AND SECOND LACTATION PERIOD WHEN USING COMPLEX ENERGY FEED IN DIETS

*Podrez V.N., **Vysochina E.S., *Krasochko P.A., *Karpenia M.M., *Krasochko I.A., *Karpenia A.M.

*EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, Republic of Belarus

**EE "Grodno State Agrarian University", Grodno, Republic of Belarus

*The effectiveness of the use of dry protected fat in the amount of 3% by weight of compound feed in the diets of cows of the first and second periods of lactation, expressed in an increase in the amount of milk in the test weight by 8.1% and 6.8%, respectively, was established, the mass fraction of fat was significantly 0.31 and 0.24 p.p., mass fraction of protein in milk - 0.11 and 0.02 p.p., mass fraction of lactose - by 0.07 and 0.04 p.p., mass fraction of SOMO - by 0.22 and 0.06 p.p., as well as a decrease in the number of somatic cells by 7.1% and 7.8%. **Keywords:** milk productivity, cows, lipids, unprotected and protected fat.*

Введение. Одним из способов уменьшить количество концентратов в кормлении крупного рогатого скота является использование «защищенных» жиров. Последние не подвергаются расщеплению в рубце и в целостности и сохранности попадают в сычуг с кислой средой (рН 2,5), и затем после гидролиза – в тонкий кишечник для усвоения. Преимущества «защищенных» жиров заключаются в том, что, во-первых, они обеспечивают более эффективное усвоение энергии (уменьшая риск ацидоза), во-вторых, способствуют повышению поедаемости корма, улучшают молочную продуктивность и оказывают положительное влияние на репродуктивные функции коров [1, 4, 5].

Для высокопродуктивных коров особенно тщательно стоит подбирать источники жира. При добавлении в рацион незащищенных жиров с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот в количестве более 40 г/кг сухого вещества у жвачных возникают проблемы с пищеварением. Так, например, длинноцепочечные жирные кислоты детергентно действуют на клеточную стенку бактерий и разрушают ее. После гидролиза ненасыщенные жирные кислоты насыщаются водородом и их токсичность снижается. Атомы водорода, гидрогенизирующие ненасыщенные жирные кислоты, частично используются в образовании пропионовой кислоты. Ненасыщенные жирные кислоты также снижают потребление кормов и скорость переваривания клетчатки, изменяют соотношение низкомолекулярных жирных кислот, увеличивая долю пропионовой кислоты, подавляют белковый синтез, снижают содержание триацилглицеридов и холестерина в крови [2, 6, 7].

Для предотвращения негативного эффекта от применения незащищенных жиров используют различные способы повышения переваримости кормов. Защита ферментации в рубце может быть естественной – включение в рацион цельных семян масличных культур, которые медленно перевариваются и медленно высвобождают жиры. Кроме того, она может быть химической или физической – преобразование свободных жирных кислот в кальциевые и магниевые соли; заключение жиров в белковую оболочку; смешивание жиров с серосодержащими аминокислотами с обработкой альдегидом; фракционирование жирных кислот с последующим использованием в кормлении фракций с высокой точкой плавления и малым размером частиц (преимущественно пальмитиновая кислота) [4, 8].

Цель исследований – установить динамику показателей молочной продуктивности коров в период раздоя и в середине лактации при включении в рационы энергетического корма на основе сухого защищенного жира.

Материалы и методы исследований. Для достижения поставленной цели на МТК «Александрин» ОАО «Возрождение» Витебского района Витебской области было проведено два научно-хозяйственных опыта. По принципу пар аналогов для проведения научно-хозяйственных опы-

тов были подобраны 2 группы (1-я контрольная и 2-я опытная) по 10 голов в каждой дойных коров черно-пестрой породы на раздое с 21 по 100 день лактации и 2 группы (1-я контрольная и 2-я опытная) дойных коров с 101-200 дней лактации, получавших дополнительно к основному рациону сухой защищенный жир в дозе 3% к массе комбикорма. Продолжительность проведения каждого опыта составила 70 дней, подготовительный период перед каждым опытом длился 14 дней (приучение). Схема исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Количество животных, гол. (n)	Условия кормления
1 опыт (лакирующие коровы с 21 по 100 день лактации)		
1-я контрольная	10	Основной рацион (ОР) - кормосмесь (силос кукурузный, сенаж злаково-бобовый, комбикорм КС-60)
2-я опытная	10	Основной рацион (ОР) + 3% к массе комбикорма сухого защищенного жира (или 180 г/гол./сут., выдача 4 раза в день)
2 опыт (дойные коровы с 101 по 200 день лактации)		
1-я контрольная	10	Основной рацион (ОР) - кормосмесь (силос кукурузный, сенаж злаково-бобовый, комбикорм КС-60)
2-я опытная	10	Основной рацион (ОР) + 3% к массе комбикорма сухого защищенного жира (или 120 г/гол./сут., выдача 3 раза в день)

Качество молока определяли согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия» с изменениями № 4 к указанному стандарту. Оценку качества молока проводили в соответствии с действующими ГОСТами: органолептические показатели молока – по ГОСТ 28283-2015 «Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха»; содержание массовой доли жира – по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»; содержание массовой доли белка – по ГОСТ 25179-90 «Молоко. Методы определения белка»; массовая доля сухого вещества, СОМО, лактозы, белка – на анализаторе качества молока «Лактан 1-4М исполнения 600 Ultra»; титруемая кислотность – по ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»; плотность – по ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности»; степень чистоты – по ГОСТ 8218-89 «Молоко. Метод определения чистоты»; бактериальная обсемененность – по ГОСТ 9225-84 «Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа»; количество соматических клеток – по ГОСТ 23453-90 «Молоко. Методы определения количества соматических клеток» и на анализаторе соматических клеток «EcomilkScan».

Цифровой материал, полученный в научно-хозяйственном опыте, обработан методом биометрической статистики. В работе приняты следующие обозначения уровня достоверности: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Результаты исследований. Применение в рационах коров на раздое сухого защищенного жира позволило повысить показатели молочной продуктивности (таблица 2).

Таблица 2 – Молочная продуктивность дойных коров на раздое при использовании в рационе сухого защищенного жира (21–100 дней лактации)

Показатели	1-я контрольная группа		2-я опытная группа	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
Суточный удой на одну корову, кг	21,5±4,15	17,3±3,18	21,6±4,27	18,9±2,32
Удой по группе коров, кг	215±26,5	173±21,3	216±28,4	189±19,8
Валовой надой за 70 дней опыта, кг	13580		14175	
Массовая доля жира в среднем за период опыта, %	3,94		4,08	
Количество полученного молока в зачетной массе, кг	14863		16065	

В начале эксперимента среднесуточный удой на одну корову находился на уровне 21,5-21,6 кг и не имел существенных межгрупповых различий. В конце опыта удой коров по сравнению с начальным периодом стал несколько ниже в обеих группах, что является процессом закономерным для окончания периода раздоя, но с существенными различиями между группами. Так, коровы 2-й опытной группы, которые в составе рациона получали комплексный энергетический корм на основе сухого защи-

щенного жира в количестве 3% от массы комбикорма, по среднесуточному удою превосходили аналогов 1-й контрольной группы на 1,6 кг, или на 9,2%. Следовательно, коровы 2-й опытной группы по валовому надою за 70 дней опыта имели преимущества над животными контрольной группы.

Коровы контрольной группы уступали аналогам 2-й опытной группы по содержанию массовой доли жира в молоке на 0,14 п.п. В результате пересчет валового надою за 70 дней опыта на базисную жирность (3,6%) позволил получить во 2-й опытной группе дополнительно 1202 кг, или 8,1% молока в зачетной массе.

Анализ показателей качества молока коров начинали проводить с органолептической оценки (таблица 3). Установлено, что по цвету, вкусу, запаху и консистенции как в начале, так и в конце научно-хозяйственного опыта молоко соответствовало нормативным требованиям ГОСТа 28283-2015 «Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха».

Таблица 3 – Показатели качества молока коров на раздое при использовании в рационе сухого защищенного жира (21–100 день лактации)

Показатели	1-я контрольная группа		2-я опытная группа	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
Органолептические	цвет – белый с кремовым оттенком; консистенция – однородная, без слизи и хлопьев; запах и вкус – свойственные доброкачественному молоку, без посторонних привкусов			
Массовая доля жира, %	3,92±0,03	3,96±0,05	3,89±0,04	4,27±0,04***
Массовая доля белка, %	3,01±0,06	3,08±0,07	3,04±0,05	3,19±0,05
Массовая доля лактозы, %	4,67±0,08	4,65±0,09	4,68±0,08	4,72±0,07
СОМО, %	8,51±0,11	8,59±0,14	8,48±0,09	8,81±0,08
Плотность, кг/м ³	1029,6±10,46	1028,4±10,41	1029,8±10,39	1028,8±10,43
Титруемая кислотность, °Т	16,4±0,37	17,3±0,40	16,7±0,31	16,3±0,34
Группа чистоты	I	I	I	I
Бактериальная обсемененность, тыс./см ³	до 300	до 300	до 300	до 300
Соматические клетки, тыс./см ³	324±22,7	268±20,4	326±25,9	249±26,5

По массовой доле жира в молоке отмечается высокодостоверное превосходство коров 2-й опытной группы над животными контрольной группы на 0,31 п.п. ($P<0,001$), что обусловлено повышением количества жира в рационе за счет дополнительного введения в рацион изучаемой добавки. Необходимо отметить различие между подопытными коровами по содержанию массовой доли белка в молоке. Так, по этому показателю коровы 2-й опытной группы превосходили аналогов контрольной группы на 0,11 п.п.

В конце опыта выявлены различия между коровами подопытных групп по массовой доле лактозы в молоке. Так, по этому показателю коровы 2-й опытной группы превосходили сверстниц контрольной группы на 0,07 п.п. У коров 2-й опытной группы прослеживается увеличение сухого обезжиренного молочного остатка на 0,22 п.п. по сравнению с аналогами контрольной группы. Такая же закономерность просматривается по плотности молока. Так, в конце эксперимента этот показатель у животных контрольной группы был меньше по сравнению с коровами опытных групп. Титруемая кислотность молока находилась в пределах нормативных требований и существенных различий между группами не имела. Чистота молока соответствовала первой группе у всех подопытных коров. Также в конце опыта у коров всех групп бактериальная обсемененность молока соответствовала доброкачественному молоку высшего сорта и составляла до 300 тыс./см³. Количество соматических клеток у коров контрольной и опытной групп в начале эксперимента соответствовало лишь высшему сорту, а в конце находилось на уровне до 249-268 тыс./см³, что соответствовало молоку сорта «экстра». У коров 2-й опытной группы этот показатель был ниже, чем у сверстниц контрольной группы, на 19 тыс./см³, или на 7,1%.

Использование в рационах комплексного энергетического корма на основе сухого защищенного жира позволило повысить показатели молочной продуктивности также и у дойных коров в середине лактации (таблица 4). В начале опыта среднесуточный удой на одну корову в обеих группах составлял 15,8 кг. В конце опыта удой коров по сравнению с начальным периодом стал несколько ниже. В конце опыта коровы 2-й опытной группы, которые в составе рациона получали сухой защищенный жир в количестве 3% от массы комбикорма, по среднесуточному удою превосходили сверстниц 1-й контрольной группы на 1,1 кг, или на 7,7%. Следовательно, коровы 2-й опытной группы по валовому надою за 70 дней опыта имели такое же преимущество над животными контрольной группы. Коровы контрольной группы уступали аналогам 2-й опытной группы по содержанию массовой доли жира в молоке на 0,12 п.п. В результате пересчет валового надою за 70 дней опыта на базисную жирность (3,6%) позволил получить во 2-й опытной группе дополнительно 784 кг, или 6,8% молока в зачетной массе.

Таблица 4 – Молочная продуктивность дойных коров при использовании в рационе сухого защищенного жира (101–200 дней лактации)

Показатели	1-я контрольная группа		2-я опытная группа	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
Суточный удой на одну корову, кг	15,8±3,89	14,3±2,93	15,8±4,02	15,4±2,67
Удой по группе коров, кг	158±19,6	143±21,4	158±18,1	154±19,2
Валовой надой за 70 дней опыта, кг	10535		10920	
Массовая доля жира в среднем за период опыта, %	3,93		4,05	
Количество полученного молока в зачетной массе, кг	11501		12285	

Установлено, что по цвету, вкусу, запаху и консистенции как в начале, так и в конце научно-хозяйственного опыта молоко соответствовало нормативным требованиям ГОСТа 28283-2015 «Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха» (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели качества молока коров при использовании в рационе сухого защищенного жира (101–200 дней лактации)

Показатели	1-я контрольная группа		2-я опытная группа	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
Органолептические	цвет – белый с кремовым оттенком; консистенция – однородная, без слизи и хлопьев; запах и вкус – свойственные доброкачественному молоку, без посторонних привкусов			
Массовая доля жира, %	3,87±0,06	3,98±0,07	3,88±0,05	4,22±0,04**
Массовая доля белка, %	2,99±0,04	3,02±0,06	2,97±0,03	3,04±0,05
Массовая доля лактозы, %	4,74±0,09	4,79±0,15	4,76±0,12	4,83±0,12
СОМО, %	8,53±0,14	8,61±0,17	8,52±0,10	8,67±0,12
Плотность, кг/м ³	1028,2±12,72	1028,6±10,46	1028,4±11,63	1028,1±9,69
Титруемая кислотность, °Т	17,4±0,29	17,6±0,32	17,2±0,27	17,3±0,35
Группа чистоты	I	I	I	I
Бактериальная обсемененность, тыс./см ³	до 300	до 300	до 300	до 300
Соматические клетки, тыс./см ³	255±31,7	231±23,6	268±29,3	213±26,4

В результате использования сухого защищенного жира массовая доля жира в молоке коров 2-й опытной группы была достоверно выше, чем у животных контрольной группы на 0,24 п.п. ($P<0,01$). Установлены незначительные различия между подопытными группами по содержанию массовой доли белка в молоке (0,02 п.п.). В конце эксперимента наблюдаются различия между коровами подопытных групп по массовой доле лактозы в молоке. Так, по этому показателю коровы 2-й опытной группы превосходили сверстниц контрольной группы на 0,04 п.п. У коров 2-й опытной группы отмечается увеличение сухого обезжиренного молочного остатка на 0,06 п.п. по сравнению с аналогами контрольной группы. Существенных различий по плотности молока, титруемой кислотности и группе чистоты не выявлено. В конце опыта у коров контрольной и опытной группы бактериальная обсемененность молока соответствовала доброкачественному молоку высшего сорта и составляла до 300 тыс./см³. Количество соматических клеток в молоке коров 2-й опытной группы было ниже на 18 тыс./см³, или на 7,8%, по сравнению с аналогами контрольной группы.

Закключение. 1. Результаты исследований показали эффективность применения сухого защищенного жира в количестве 3% от массы комбикорма в рационах коров первого периода лактации (раздой 21-100 день), выразившуюся в повышении количества молока в зачетной массе на 8,1%, массовой доли жира – на 0,31 п.п. ($P<0,001$), массовой доли белка в молоке – 0,11 п.п., массовой доли лактозы – на 0,07 п.п., массовой доли СОМО – на 0,22 п.п. и снижении количества соматических клеток на 7,1%.

2. Доказана целесообразность использования сухого защищенного жира в количестве 3% от массы комбикорма и в рационах дойных коров второго периода лактации (101-200 день), способствующего увеличению количества молока, полученного в зачетной массе, на 6,8%, массовой доли жира – на 0,24 п.п. ($P<0,01$), массовой доли белка – на 0,02 п.п., массовой доли лактозы – на 0,04 п.п., массовой доли СОМО – на 0,06 п.п. и снижению количества соматических клеток – на 7,8%.

Conclusion. 1. The results of the research showed the effectiveness of the use of dry protected fat in the amount of 3% by weight of compound feed in the diets of cows of the first lactation period (21-100 days),

expressed in an increase in the amount of milk in the test weight by 8.1%, the mass fraction of fat - by 0.31 p.p. ($P < 0.001$), mass fraction of protein in milk - 0.11 p.p., mass fraction of lactose - by 0.07 p.p., mass fraction of SOMO - by 0.22 p.p. and a decrease in the number of somatic cells by 7.1%.

2. The expediency of using dry protected fat in the amount of 3% by weight of compound feed and in the diets of dairy cows of the second lactation period (101-200 days) has been proved, which contributes to an increase in the amount of milk obtained in the test weight by 6.8%, the mass fraction of fat is 0.24 p.p. ($P < 0.01$), mass fraction of protein - by 0.02 p.p., mass fraction of lactose - by 0.04 p.p., mass fraction of SOMO - by 0.06 p.p. and a decrease in the number of somatic cells by 7.8%.

Список литературы. 1. Абросимова, С. В. Новое в регламентировании показателей качества молока и молочной продукции / С. В. Абросимова // Переработка молока. - 2014. - № 1. - С. 14-16. 2. Ажмулдинов, Е. А. Использование питательных веществ кормов в зависимости от полноценности рационов / Е. А. Ажмулдинов, А. С. Ибраев, И. А. Бабичева // Кормопроизводство. - 2011. - № 8. - С. 44-46. 3. Защищенные жиры повышают продуктивность коров / Ф. М. Шагалев [и др.] [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://agropost.ru/skotovodstvo/kormlenie-krs/zashishennye-zhiri-povyshayut-produktivnost-korov.html> - Дата доступа: 11.10.2018 г. 4. Использование рационов с пониженным содержанием концентрированных кормов для коров в период раздоя / А.И. Саханчук [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2022. - Т. 58, вып. 3. - С. 108-112. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-108-112. 5. Нормы кормления и питательность кормов для высокопродуктивных животных : учебно-методическое пособие для студентов по специальности "Зоотехния", слушателей ФПК и ПК / Н. А. Шарейко [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. - Витебск : ВГАВМ, 2018. - 83 с. 6. Сравнительная эффективность использования различного оборудования для получения и первичной обработки молока / М. М. Карпеня [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2022. - Т. 58, вып. 4. - С. 99-103. 7. Шляхтун, В. И. Скотоводство : учеб. / В. И. Шляхтун, А. Г. Марусич. - Минск : ИВЦ Минфина, 2017. - 480 с. 8. Antimicrobial therapy for wound infected after catastrophic earthquakes / I. N. Mishkin [et al.] // N. Engl. J. Med. - 2010. - Vol. 363. - P. 2571-2573.

References. 1. Abrosimova, S. V. Novoe v reglamentirovanii pokazatelej kachestva moloka i molochnoj produkcii / S. V. Abrosimova // Pererabotka moloka. - 2014. - № 1. - S. 14-16. 2. Azhmuldinov, E. A. Ispol'zovanie pitatel'nyh veshchestv kormov v zavisimosti ot polnocennosti racionov / E. A. Azhmuldinov, A. S. Ibraev, I. A. Babicheva // Kormoproizvodstvo. - 2011. - № 8. - S. 44-46. 3. Zashchishchennye zhiry povyshayut produktivnost' korov / F. M. SHagaliev [i dr.] [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://agropost.ru/skotovodstvo/kormlenie-krs/zashishennye-zhiri-povyshayut-produktivnost-korov.html> - Data dostupa: 11.10.2018 g. 4. Ispol'zovanie racionov s ponizhennym soderzhaniem koncentrirovannyh kormov dlya korov v period razdoya / A.I. Sahanchuk [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". - 2022. - T. 58, vyp. 3. - S. 108-112. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-108-112. 5. Normy kormleniya i pita-tel'nost' kormov dlya vysokoproduktivnyh zhivotnyh : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov po special'nosti "Zootekhniya", slushatelej FPK i PK / N. A. SHarejko [i dr.] ; Vitebskaya gosudarstvennaya aka-demiya veterinarnoj mediciny. - Vitebsk : VGAVM, 2018. - 83 s. 6. Sravnitel'naya effektivnost' ispol'zovaniya razlichnogo oborudovaniya dlya polucheniya i pervichnoj obrabotki moloka / M. M. Karpenya [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". - 2022. - T. 58, vyp. 4. - S. 99-103. 7. SHlyah-tunov, V. I. Skotovodstvo : ucheb. / V. I. SHlyah-tunov, A. G. Marusich. - Minsk : IVC Minfina, 2017. - 480 s. 8. Antimi-crobal therapy for wound infected after catastrophic earthquakes / I. N. Mishkin [et al.] // N. Engl. J. Med. - 2010. - Vol. 363. - P. 2571-2573.

Поступила в редакцию 19.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-75-79
УДК 636.2.034/631.151

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНОМАТОК ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ СКРЕЩИВАНИИ

Ятусевич В.П. ORCID ID 0000-0003-3923-5504, Никитина И.А. ORCID ID 0000-0002-9969-0544, Крюкова И.Н.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Установлено, что маточное стадо свиней комплекса укомплектовано чистопородными животными породы йоркшир, помесными (йоркшир × ландрас), для осеменения которых используется спермопродукция хряков пород йоркшир, ландрас, дюрок. Оплодотворяемость маток в среднем по стаду составила 83,6%, в том числе по сочетаниям: И × И – 84,3%, И × Л – 84,6, ИЛ × И – 82,9 и ИЛ × Д – 81,2%. Наибольшее многоплодие (12,43 гол.) и количество поросят к отъему (10,81 гол.) имели чистопородные свиноматки породы йоркшир при скрещивании с хряками породы ландрас, массу гнезда поросят при отъеме (82,4 кг) и сохранность поросят-сосунков (92%) – помесные (йоркшир × ландрас) при скрещивании с дюрком. **Ключевые слова:** оплодотворяемость, многоплодие, количество и живая масса поросят при отъеме, сохранность.

PECULIARITIES OF REPRODUCTION AND PRODUCTIVITY IN SOWS AT INDUSTRIAL CROSS BREEDING

Yatusevich V.P., Nikitina I.A., Kryukova I.N.

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

It has been established that the breeding stock of swine on the farm complex is competed with the purebred Yorkshire animals, crossbreeds (Yorkshire × Landrace), for insemination of which the sperm production of boars of the Yorkshire, Landrace, Duroc breeds is used. The average fertilization rate of sows in the herd was 83.6%, including the combinations: Y × Y – 84.3%, Y × L – 84.6, YL × Y – 82.9 and YL × D – 81.2%. The highest prolificacy rate (12.43 heads) and the greatest number of piglets by the weaning time (10.81 heads) was in purebred sows of the Yorkshire breed when crossed with boars of the Landrace breed. The greatest weight of the litter at weaning (82.4 kg) and the safety rate of suckling piglets (92%) were in the crossbred (Yorkshire × Landrace) sows when crossed with the Duroc.
Keywords: fertilization, prolificacy, number, and live weight of piglets at weaning, safety.

Введение. Свиноводство было и остается одной из наиболее высокоэффективных отраслей животноводства, благодаря тому, что свиньи обладают рядом биологических особенностей, которые удачно используются в практике для получения продукции [5].

В настоящее время производство свинины во всем мире, в том числе и в Республике Беларусь, базируется на промышленной основе. В этих условиях важнейшей задачей является получение в короткие сроки конкурентоспособных пород, типов и гибридов свиней, адаптированных к условиям промышленного производства свинины и не уступающих аналогам мировой селекции. Получение помесного и гибридного потомства в свиноводстве возможно при наличии генетически ценного исходного материала [1].

Перед товаропроизводителями свинины в Республике Беларусь в структуре потребления свинины выдвигаются требования о получении продукции с минимальными затратами корма. Более быстрое улучшение мясных качеств товарного молодняка может быть достигнуто за счет использования генетического потенциала свиней, зарубежных пород (дюрок и ландрас), специализированных в мясном направлении [4].

В последние годы в промышленном свиноводстве широко внедряются эффективные варианты межпородной гибридизации и скрещивания родительской свинки F₁ (белорусская крупная белая × белорусская мясная) и (йоркшир × ландрас) с хряками специализированных отцовских пород (дюрок, пьетрен) [6].

Для повышения эффективности свиноводческих предприятий необходимо работать над улучшением репродуктивных качеств свиноматок. Исследованиями ряда авторов установлено, что при сочетании хряков из генотипически многоплодных пометов с равноценными свиноматками происходит последовательный рост многоплодия с первого по четвертый опорос. При использовании в системе воспроизводства хряков из генотипически малоплодных пометов недополучение поросят составляет 19,4–21,7% [3].

Используемые в системе промышленного скрещивания и гибридизации свиней Республики Беларусь материнские породы хорошо приспособлены к местным условиям, отличаются высоким многоплодием, крупноплодностью, молочностью и хорошими материнскими качествами.

В последние годы, наряду с белорусской крупной белой породой, при получении родительской свинки F₁, широко стала использоваться в качестве материнской основы порода йоркшир. В племенных предприятиях многоплодие маток породы йоркшир составляет 11,1–11,2 гол., молочность – 55,5–58,8 кг, количество поросят к отъему – 10,1–10,4 гол., масса гнезда при отъеме – 85,0–91,3 кг [2, 8].

В ОАО «Слущкий мясокомбинат» многоплодие свиноматок породы йоркшир, завезенных из Дании, при чистопородном разведении составило 14,3 голов и было на 0,7 голов, или на 5,1%, и на 1,1 гол., или 8,3% (P≤0,05), больше в сравнении с помесными свиноматками (Й × Л) при скрещивании с ландрасами и дюрками [7].

Цель исследований состояла в сравнительной оценке репродуктивных качеств свиноматок породы йоркшир при чистопородном разведении и скрещивании с хряками пород ландрас, йоркшир и дюрок.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в ПУП «Витебский КХП» ПУ «Мошканы» Сенненского района Витебской области.

Объектом исследований являлись свиноматки породы йоркшир (Й) и помесные (Й × Л), которых скрещивали с хряками пород йоркшир, ландрас и дюрок.

Материалом для исследований служили документы первичного и племенного учета комплекса. При проведении исследований использовали общепринятые в зоотехнии методы.

При расчете экономической эффективности использования свиноматок на комплексе учитывали затраты на содержание свиноматки с приплодом в год и на один опорос, на приобретение спермопродукции, количество и массу поросят-отъемышей при реализации по каждому породному сочетанию.

Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики по П.Ф. Рокицкому на ПЭВМ с помощью программы статистического анализа в табличном редакторе «Excel».

Результаты исследований. В промышленном комплексе ПУ «Мошканы» обеспечение ремонтными свинками происходит через саморемонт стада. Для получения ремонтных свинок применяется двухпородное ротационное скрещивание пород йоркшир и ландрас. Для осеменения маток используется спермопродукция хряков пород ландрас, йоркшир и дюрок, закупаемая в РУП «Витебское племя-предприятие». Сперма хряков породы дюрок используется на заключительном этапе трехпородного скрещивания для получения молодняка для откорма. Маток и свинок осеменяют дважды в одну охоту.

Основой воспроизводства в каждом конкретном хозяйстве является своевременное и результативное осеменение свиноматок, их одновременный приход в охоту и высокий процент осеменения (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты осеменения и оплодотворения маток

Порода маток	Порода хряка	Количество осемененных маток, голов	Опоросившихся маток, голов	Абортирова- ло, голов	Заболело и выбыло по разным при- чинам, голов	Проходило, голов	Оплодотво- рено, голов
Й	Й	102	73	8	5	16	86
Й	Л	91	69	4	4	14	77
ЙЛ	Й	82	63	3	2	14	68
ЙЛ	Д	48	36	2	1	9	39
По стаду		323	241	17	12	53	270

Из таблицы 1 видно, что из общего числа осемененных маток опоросилось 74,6%, абортирова-
ло 5,3%, заболело и выбыло 3,7%. Оплодотворилось всего 270 голов, что составляет 83,6%. Прохо-
лость маток составил 16,4%.

Средний процент оплодотворяемости свиноматок при различных методах разведения показан на рисунке 1.

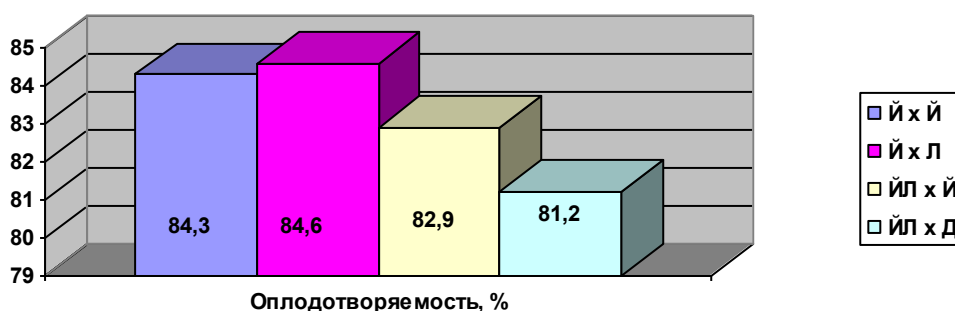


Рисунок 1 – Оплодотворяемость свиноматок разных породных сочетаний

Данные рисунка 1 наглядно показывают, что при скрещивании маток породы йоркшир с хряками породы ландрас оплодотворяемость составила 84,6%, что на 1,7 и 3,4 процентных пункта (п. п.) больше в сравнении с сочетанием ЙЛ x Й и ЙЛ x Д. В сравнении с чистопородным разведением раз-
ница по оплодотворяемости составила 0,3 п. п. Следует отметить, что во всех вариантах скрещива-
ний этот показатель был выше соответствующего технологического норматива для промышленных
свиноводческих комплексов (75%).

Среди приоритетных задач специалистов свинокомплексов – увеличение выхода поросят от свиноматки за год продуктивного использования, а также получение здорового молодняка и повыше-
ние его сохранности в процессе выращивания.

Репродуктивные качества свиноматок разных породных сочетаний представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, по общему числу рождаемых поросят свиноматки породы йоркшир при скрещивании с хряками породы ландрас превосходили маток (йоркшир x ландрас), которых осеменя-
ли спермой хряков пород йоркшир и дюрок, на 0,77 и 0,88 голов, или на 6,2 и 7,2% соответственно.

Многоплодие у свиноматок породы йоркшир при скрещивании с ландрасом было на 0,72 и 1,21 гол., или на 6,1 и 10,7% ($P \leq 0,01$), больше, чем в сочетании ЙЛ x Й и ЙЛ x Д. В сравнении с чистопо-
родными йоркширами разница по многоплодию была незначительной.

Разница между общим количеством и многоплодием обозначает число мертвых поросят в рас-
чете на опорос. У маток породы йоркшир в сочетании с одноименными хряками численность мертвых
поросят составляла 0,54 головы, что в 2 раза меньше, чем в сочетании ЙЛ x Д, и на 0,13–0,18 голов,

или на 24,0–33,3%, меньше, чем в сочетаниях ЙЛ × Й и Й × Л.

Масса гнезда поросят при рождении колебалась от 16,2 до 17,5 кг, и зависит этот показатель от количества поросят и их крупноплодности. Поросята, полученные с участием на заключительном этапе скрещивания хряков породы дюрков, имели живую массу больше, чем при использовании хряков других пород, на 2,9–8,0%.

Численность поросят к отъему в 30 дней по всем генотипам маток превышала 10 голов. В сочетании Й × Л количество поросят было на 1,9–6,0% больше, чем в других группах, и на 2,8% среднего значения по стаду.

Таблица 2 – Репродуктивные качества свиноматок разных генотипов, М±m

Сочетание	n	Всего поросят при рождении, гол.	Живых (многоплодие), гол.	Масса гнезда поросят при рождении, кг	При отъеме	
					количество, гол.	масса гнезда, кг
Й × Й	73	12,86±0,29	12,32±0,27	16,2±0,42	10,60±0,15	80,23±0,97
Cv	%	19,5	19,3	10,1	12,4	10,34
Й × Л	69	13,15±0,26	12,43±0,24**	17,0±0,45	10,81±0,16	81,19±1,05
Cv	%	16,1	16,6	9,7	12,6	10,8
ЙЛ × Й	63	12,38±0,41	11,71±0,46	16,3±0,35	10,19±0,20	79,09±1,51
Cv	%	26,5	31,3	11,3	16,0	15,1
ЙЛ × Д	36	12,27±0,37	11,22±0,30	17,5±0,38	10,33±0,21	82,44±1,01
Cv	%	18,4	16,3	12,8	12,6	7,4
По стаду	241	12,73±0,25	12,02±0,23	16,65±0,32	10,51±0,12	80,54±1,13

Наибольшая масса гнезда поросят к отъему установлена у маток ЙЛ при скрещивании с дюрком, где она составила 82,4 кг и превышала средний показатель по стаду на 1,9 кг, или на 2,3%. В сочетаниях Й × Й и ЙЛ × Й масса при отъеме была ниже среднего показателя по стаду на 0,3 и 1,8%.

Приведенные в таблице 2 коэффициенты изменчивости указывают на то, что стадо маток пород йоркшир и помесных ЙЛ не выровнено по основным продуктивным признакам, а коэффициент изменчивости по общему числу рождаемых поросят варьирует от 16,3 до 26,5%, по многоплодию - от 16,3 до 31,3%. Несколько ниже коэффициент изменчивости отмечен по количеству поросят (12,4–12,6%) и массе гнезда к отъему (7,4–15,1%).

Сохранность поросят к отъему представлена на рисунке 2.

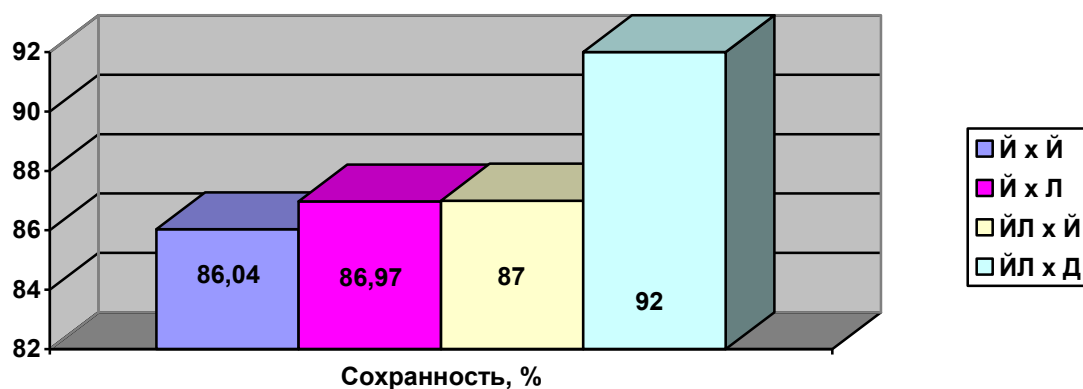


Рисунок 2 – Сохранность поросят-сосунов

Данные рисунка 2 показывают, что в сочетании ЙЛ × Д сохранность поросят имела максимальное значение, и это вполне закономерно. Так, в этой группе рождалось меньше живых поросят, но масса отдельных поросят в среднем была больше и составляла 1,56 кг. Во всех остальных сочетаниях сохранность поросят к отъему была примерно на одном уровне.

Расчет экономической эффективности использования свиноматок при скрещивании с хряками разных пород показал, что при одинаковых затратах на содержание свиноматки с приплодом на один опорос и реализации поросят-отъемышей по фиксированным ценам, себестоимость 1 кг прироста поросят до отъема в сочетании ЙЛ × Д составляла 3,36 руб., что на 1,5–4,1%, а убыточность на 1,15–3,16 п. п. меньше, чем у свиноматок сочетаний Й × Л, Й × Й и ЙЛ × Й.

Заключение. 1. Маточное стадо свиней укомплектовано чистопородными животными породы

йоркшир, помесными (йоркшир × ландрас), для осеменения которых используется спермопродукция хряков пород йоркшир, ландрас, дюрок. Оплодотворяемость маток в среднем по стаду составила 83,6%, в том числе по сочетаниям: $Y \times Y$ – 84,3%, $Y \times L$ – 84,6, $YL \times Y$ – 82,9 и $YL \times D$ – 81,2%.

2. Наибольшее многоплодие (12,43 гол.) и количество поросят к отъему (10,81 гол.) имели чистопородные свиноматки породы йоркшир при скрещивании с хряками породы ландрас, массу гнезда поросят при отъеме (82,4 кг) и сохранность поросят-сосунов (92%) – помесные (йоркшир × ландрас) при скрещивании с дюрком, что на 1,25–3,35 кг и 5,0–5,96 п. п. больше, чем в сочетаниях $YL \times Y$, $Y \times L$ и $Y \times Y$.

3. Расчет экономической эффективности использования маток дает основание рекомендовать шире использовать трехпородное скрещивание $YL \times D$, обеспечивающее меньшую убыточность, а хряков пород йоркшир и ландрас – лишь для организации саморемонта маточного поголовья.

Conclusion. 1. The breeding herd of swine is completed with the purebred animals of the Yorkshire breed, crossbred sows (Yorkshire × Landrace), for insemination of which the sperm production of boars of the Yorkshire, Landrace, Duroc breeds is used. The fertilization rate of sows in the average herd was 83.6%, including the combinations: $Y \times Y$ – 84.3%, $Y \times L$ – 84.6, $YL \times Y$ – 82.9 and $YL \times D$ – 81.2%.

2. Purebred Yorkshire sows had the greatest prolificacy rate (12.43 heads) and the number of piglets by the weaning time (10.81 heads) when crossed with boars of the Landrace breed. The greatest weight of the litter at weaning (82.4 kg) and the safety rate in suckling piglets (92%) were in the crossbred (Yorkshire × landrace) sows when crossed with the Duroc, which is 1.25–3.35 kg and 5.0–5.96 pp more than in combinations of $YL \times Y$, $Y \times L$ and $Y \times Y$.

3. The calculation of the economic efficiency for the use of breeding sows gives grounds to recommend the wider use of three-breed crossing $YL \times D$, which provides less losses, and boars of the Yorkshire and Landrace breeds to be recommended for the use only in the organization of the self-replenishing in the breeding stock.

Список литературы. 1. Бальников, А. А. Свиноводство Беларуси : шаг вперед и два назад / А. А. Бальников // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 10. – С. 9–14. 2. Гридюшко, Е. С. Продуктивные качества белорусского заводского типа свиней породы йоркшир / Е. С. Гридюшко, И. Ф. Гридюшко // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 20. – С. 65–70. 3. Околышев, С. Происхождение хряков и многоплодие свиноматок / С. Околышев, Ю. Тимошенко, М. Любимова // Животноводство России : тематический выпуск. – 2019. – С. 5–6. 4. Соляник, В. В. Моделирование производственных трендов работы свиноводческих комплексов Республики Беларусь / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник научных трудов. – Горки : УО БГСХА, 2012. – Вып. 15. – Ч. 1. – С. 327–330. 5. Федоренкова, Л. А. Свиноводство : учебное пособие / Л. А. Федоренкова, В. А. Дойлидов, В. П. Ятусевич. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 303 с. 6. Шейко, И. П. Новые пути и методы развития свиноводства в Беларуси / И. П. Шейко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя аграрных навук. – 2020. – № 1. – С. 68–78. 7. Ятусевич, В. П. Продуктивность свиней датской селекции в условиях промышленной технологии / В. П. Ятусевич, Л. С. Драчук // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – №1 (10). – С. 86–90. 8. Ятусевич, В. П. Репродуктивные качества свиноматок популяции свиней породы йоркшир / В. П. Ятусевич, И. А. Никитина, В. А. Разуванова // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 2 (11). – С. 119–124.

References. 1. Bal'nikov, A. A. Svinovodstvo Belarusi : shag vpered i dva nazad / A. A. Bal'nikov // Nashe sel'skoe hozyajstvo. – 2018. – № 10. – S. 9–14. 2. Gridyushko, E. S. Produktivnye kachestva belorusskogo zavodskogo tipa svinej porody jorkshir / E. S. Gridyushko, I. F. Gridyushko // Nashe sel'skoe hozyajstvo. – 2018. – № 20. – S. 65–70. 3. Okolyshev, S. Proiskhozhdenie hryakov i mnogoploдие svinomatok / S. Okolyshev, YU. Timoshenko, M. Lyubimova // Zhiivotnovodstvo Rossii : tematicheskij vypusk. – 2019. – S. 5–6. 4. Solyanik, V.V. Modelirovanie proizvodstvennykh trendov raboty svinovodcheskih kompleksov Respubliki Belarus' / V. V. Solyanik, S. V. Solyanik // Aktual'nye ut ii intensivnogo razvitiya zhiivotnovodstva : sbornik nauchnykh trudov. – Gorki : UO BGSKHA, 2012. – Vyp. 15. – CH. 1. – S. 327–330. 5. Fedorenkova, L. A. Svinovodstvo : uchebnoe posobie / L. A. Fedorenkova, V. A. Dojlidov, V.P. Yatusevich. – Minsk : IVC Minfina, 2018. – 303 s. 6. Shejko, I. P. Novye ut ii metody razvitiya svinovodstva v Belarusi / I. P. Shejko // Vesci Nacyyanal'naj akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk. – 2020. – № 1. – S. 68–78. 7. Yatusevich, V. P. Produktivnost' svinej datskoj selekcii v usloviyah promyshlennoj tekhnologii / V. P. Yatusevich, L. S. Drachuk // Veterinarnyj zhurnal Belarusi, 2019. – №1 (10). – S. 86–90. 8. Yatusevich, V. P. Reproduktyvnye kachestva svinomatok populyacii svinej porody jorkshir / V. P. Yatusevich, I. A. Nikitina, V. A. Razuvanova // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2019. – № 2 (11). – S. 119–124.

Поступила в редакцию 13.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-80-83
УДК 631.528.1:577.182.22:636.028

**ИССЛЕДОВАНИЕ МУТАГЕННЫХ СВОЙСТВ ПРЕПАРАТА «ДИОМАСТ-КРС»
ПРИ МНОГОКРАТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Грицюк В.А. ORCID ID 0000-0001-7457-3774, Паршин П.А. ORCID ID 0000-0002-8790-0540,
Востроилова Г.А. ORCID ID 0000-0002-2960-038X, Шапошников И.Т. ORCID ID 0000-0003-0190-9083,
Корчагина А.А. ORCID ID 0000-0002-8561-417X, Хохлова Н.А. ORCID ID 0000-0001-6861-2554,
Шабанов Д.И. ORCID ID 0000-0002-1574-1317**

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

*В данной статье рассматривается препарат «Диомаст-КРС», состоящий из двух компонентов: компонент 1 – рекомбинантные интерфероны крупного рогатого скота, компонент 2 – диоксидин, также в состав обоих компонентов включен витамин А, с точки зрения его потенциальной мутагенной активности при многократном применении. Оценка проводилась при помощи микроядерного теста, опыт ставили на белых нелинейных лабораторных мышах (n=30). Было сформировано 5 экспериментальных групп, в каждой группе по 6 особей. Проведенное исследование показало, что в изученных дозах (условно-терапевтическая и 1/10 от LD₅₀) при многократном введении не происходило статистически значимых изменений в количественном содержании микроядер и процентном содержании полихроматофильных эритроцитов в костном мозге подопытных животных относительно контрольных показателей. Также показано, что применение отдельных компонентов препарата не приводило к изменению цитогенетической стабильности, что указывает на отсутствие у препарата «Диомаст-КРС» мутагенного действия при исследуемом режиме дозирования. **Ключевые слова:** диомаст-КРС, интерфероны, диоксидин, витамин А, мыши, микроядерный тест, полихроматофильные эритроциты.*

STUDY OF THE MUTAGENIC PROPERTIES OF THE DRUG DIOMAST-KRS WITH REPEATED EXPOSURE

**Gritsuk V.A., Parshin P.A., Vostroilova G.A., Shaposhnikov I.T.,
Korchagina A.A., Khokhlova N.A., Shabanov D.I.**

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

*This article considers the drug Diomast-KRS consisting of two components: component 1 - recombinant bovine interferons, component 2 - dioxidine, and vitamin A is also included in both components, from the point of view of its potential mutagenic activity with repeated use. The assessment was carried out using a micronucleus test, the experiment was performed on white non-linear laboratory mice (n=30). Five (5) experimental groups were formed, 6 individuals in each group. The study showed that in the studied doses (conditionally therapeutic and 1/10 of LD₅₀) with repeated administration, there were no statistically significant changes in the quantitative content of micronuclei and the percentage of polychromatophilic erythrocytes in the bone marrow of experimental animals relative to control indicators. It was also shown that the use of individual components of the drug did not lead to a change in cytogenetic stability, which indicated the absence of a mutagenic effect in the drug Diomast-KRS under the studied dosing regimen. **Keywords:** Diomast-KRS, interferons, dioxidine, vitamin A, mice, micronucleus test, polychromatophilic erythrocytes.*

Введение. Мастит коров, несмотря на доскональное изучение этиологии его возникновения и формирование действенных подходов терапии, остается широко распространенным заболеванием. Чаще всего мастит развивается на фоне снижения локального и общего неспецифического иммунитета, что позволяет патогенной микрофлоре проникать и размножаться в тканях молочной железы [1]. При терапии заболевания в основном применяются антибактериальные и противовоспалительные средства, что потенцирует вероятность возникновения резистентных штаммов микроорганизмов. Таким образом, перед ветеринарными специалистами ставится задача разработки новых лекарственных средств, которые были бы высокоэффективны при терапии, но при этом нивелировали отрицательные эффекты антибиотиков. Однако полностью отказаться от использования антимикробных средств на современном этапе развития ветеринарной фармакологии невозможно, поэтому одним из решений данной задачи является использование антибактериальных веществ в сочетании с иммуностимуляторами, в частности, с интерферонами. На современном этапе интерфероны подразделяются на 3 типа: I – альфа-интерферон (IFN-α), бета-интерферон (IFN-β), омега – интерферон (IFN-ω); II – гамма-интерферон (IFN-γ); III – лямбда-интерферон (IFN-λ). Их отличительными особенностями является наличие специфических клеточных мембранных рецепторов, гомологичность последовательностей аминокислот и функциональная активность. Данные белки имеют более 300 различных эффек-

тов, однако одной из главных функций IFN I и III типа выделяют противовирусную активность, а IFN II типа – иммунорегуляторную, что делает применение препаратов этих групп значимым для гуманной и ветеринарной медицины. Функциональная активность интерферонов делает перспективным их применение в лечении и профилактике вирусных, бактериальных и смешанных инфекций, а также в качестве высокоэффективных иммуномодулирующих и антистрессовых агентов [2].

Патогенез воспалительного процесса в тканях молочной железы обусловлен свободнорадикальными реакциями, возникающими вследствие окислительного стресса, сопряженного с функциональными нарушениями со стороны системы антиоксидантной защиты, из-за чего происходит чрезмерное накопление конечных и промежуточных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Для нивелирования отрицательных эффектов и оптимизации работы ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной защиты организма целесообразно включать в схему лечения и профилактики воспалений молочной железы лактирующих коров лекарственные средства, обладающие антиоксидантными свойствами и направленные на нейтрализацию продуктов ПОЛ [3]. Включение в состав препарата витамина А обосновано тем, что он проявляет антиоксидантные свойства за счет наличия изопrenoидных участков в формуле β -каротина, кроме того, согласно мембранной теории, ретинол способен взаимодействовать с лецитино-холестериновыми монослоями на границе раздела фаз в гидрофобной зоне биомембран, вызывая реструктуризацию мембран клетки, лизосом и митохондрий. Ретинол также способствует повышению барьерных функций слизистых оболочек, увеличению фагоцитарной активности лейкоцитов и других факторов неспецифического иммунитета, стимулирует синтез коллагена, ускоряет процессы заживления в поврежденных тканях, тем самым снижает опасность возникновения инфекций. Ингибирование окисления липопротеидов низкой плотности происходит благодаря провитамина А (β -каротин), торможение синтеза холестерина происходит с помощью ретинола, который также ингибирует свободно-радикальное окисление (СРО) и подавляет ферментативное и неферментативное ПОЛ в микросомах и других органеллах [4].

Препарат «Диомаст-КРС» является разработкой ООО НПЦ «ПроБиоТех» и представляет собой двухкомпонентное лекарственное средство, компонент 1 включает рекомбинантные интерфероны (α и $-\gamma$) крупного рогатого скота, компонент 2 – 10 мг диоксида, также в состав обоих компонентов входит витамин А в концентрации 75000 МЕ.

Особенностью рассматриваемого препарата являются разные пути введения каждого компонента: компонент 1 вводят парентерально, компонент 2 – внутрицистернально.

Исследование потенциального мутагенного действия препарата «Диомаст-КРС» при однократном введении было изучено нами ранее [5], в результате эксперимента не было выявлено изменений со стороны процентного содержания полихроматофильных эритроцитов в костном мозге мышей, что указывало на отсутствие мутагенных свойств у препарата, однако многие химические вещества проявляют негативные свойства только при многократном воздействии, поэтому **целью** данного исследования явилась оценка мутагенных свойств лекарственного средства при курсовом введении.

Материалы и методы исследований. Исследование было проведено на базе ФГБНУ «ВНИВИПФиТ». В опыте были задействованы белые нелинейные лабораторные мыши ($n=30$) массой тела $22 \pm 2,0$ г разведения вивария. Условия содержания животных соответствовали нормам (температура воздуха $+21^\circ\text{C}$, относительная влажность 50%). Животные имели свободный доступ к воде и корму. Все манипуляции с подопытными лабораторными мышами в рамках исследования были рассмотрены и одобрены на заседании биоэтической комиссии ФГБНУ «ВНИВИПФиТ» до начала проведения эксперимента и соответствовали действующим правилам, принятым в Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях (ETS 123), Страсбург, 1986.

Были сформированы следующие группы экспериментальных животных. Группе 1 (негативный контроль; $n=6$) вводили физиологический раствор внутримышечно и подкожно, в объеме 0,1 мл, один раз в день, курс введений составил 4 дня. Группе положительного контроля (группа 2; $n=6$) вводили однократно диоксидин (Новосибхимфарм, Россия) внутривентрально в дозе 200 мг/кг. Диомаст-КРС вводили в терапевтической дозе (компонент 1 – внутримышечно 0,02 мл/кг, компонент 2 – подкожно в дозе 0,08 мл/кг) 1 раз в сутки, курсом 4 дня мышам группы 3 ($n=6$). Группе 4 ($n=6$) вводили препарат в высокой дозе, составляющей 1/10 от ЛД₅₀ (компонент 1 – внутримышечно в дозе 549,63 мг/кг, компонент 2 – подкожно в дозе 81,57 мг/кг, объем введения составил 0,1 мл для каждого компонента), аналогично вышеописанной схеме. Группе 5 ($n=6$) инъецировали компонент 1 внутримышечно, в дозе 549,63 мг/кг, который доводили до объема 0,1 мл стерильным физиологическим раствором и вводили 1 раз в сутки на протяжении 4 дней. Животные группы 6 ($n=6$) получали инъекцию компонента 2 подкожно в дозе 81,57 мг/кг объемом 0,1 мл, с введением аналогично мышам из группы 5.

По окончании введений препаратов, через 24 часа после последней инъекции, животные были помещены в CO₂-камеру и эвтаназированы. Препараты микроядер были изготовлены из костного мозга бедренных костей согласно рекомендациям. Микроскопирование препаратов проводили с использованием микроскопа Биоскоп-1 (ЛОМО, Россия). Определяли частоту полихроматофильных

эритроцитов с микроядрами (МЯПХЭ). Оценку токсического действия препарата Диомаст-КРС проводили по соотношению полихроматофильных (ПХЭ) и нормохромных эритроцитов (НЭ) [6].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием U-теста Манна-Уитни с помощью пакета программ STATISTICA 10 (Statsoft, USA).

Результаты исследований. На рисунке 1 представлены данные по частоте встречаемости и отношению ПХЭ к НЭ у (рисунок 1).

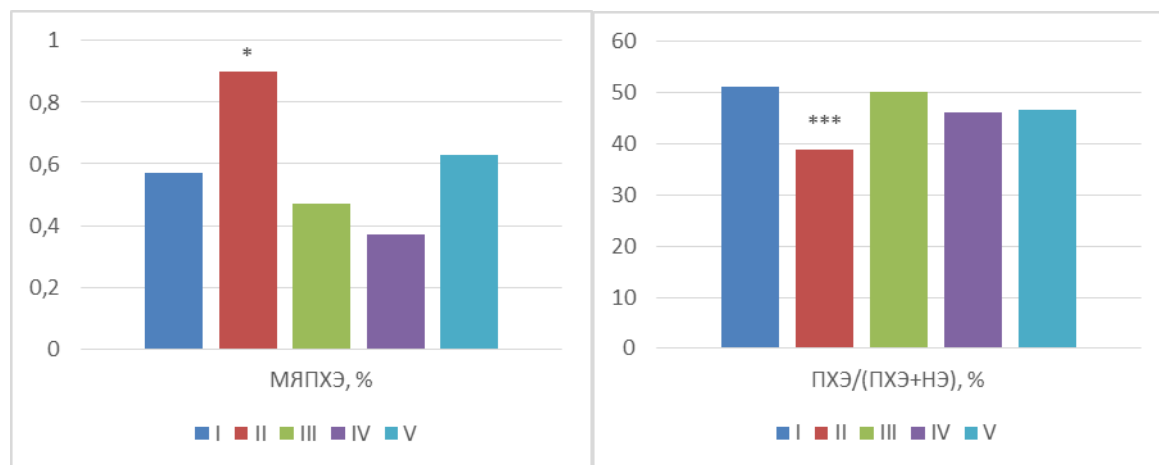


Рисунок 1 – Частота полихроматофильных эритроцитов с микроядрами (слева) и отношение ПНЭ к НЭ (справа) в костном мозге мышей, исследуемых групп

*Примечания: * - при $p < 0,05$; *** - при $p < 0,0001$ относительно группы негативного контроля.*

Как видно из представленных данных, уровень МЯПХЭ в группе позитивного контроля на 58,8% превышал соответствующий показатель в группе негативного контроля. В остальных опытных группах отклонения не имели статистической значимости относительно негативного контроля и были ниже показателя положительного контроля на 29,6-59,3%.

Отношение ПХЭ к общему числу хроматофильных эритроцитов в группе положительного контроля статистически отличалось от показателя негативного контроля – ниже 24,0%. Другие экспериментальные группы не отличались от показателей негативного контроля статистически значимо, при этом превышая значения положительного контроля на 19,9-29,0%.

Таким образом, введение препарата «Диомаст-КРС» на протяжении 4 дней в исследуемых дозах не вызывало статистически значимых отклонений от показателей негативного контроля, что указывает на отсутствие у него мутагенных свойств. При этом в группе положительного контроля, которой вводили внутривенно диоксидин в дозе 200 мг/кг, процент содержания полихроматофильных эритроцитов с микроядрами в костном мозге превышал показатель группы негативного контроля, что доказывает его влияние на цитогенетическую стабильность клеток. Однако в группе 6, которой применялся компонент 2, также содержащий в составе диоксидин, подобных статистически значимых отклонений от негативного контроля отмечено не было, что может быть связано с более низким режимом дозирования, либо с сочетанным воздействием в препарате диоксида с витамином А, который, по данным литературы, может проявлять антимуtagenное действие. Так, он проявляет свойства антиоксиданта, является эффективным стимулятором иммунитета, активирует цитотоксические функции Т-лимфоцитов и макрофагов, которые обеспечивают противоопухолевую, противовирусную защиту, устойчивость к аутоиммунным и иммунодефицитным состояниям [7]. Антиоксиданты способствуют продукции активных форм кислорода, обнаружено, что при стимуляции антиоксидантных ферментов витаминами А и Е в низких дозах проявляется прооксидантная активность, происходит запуск индуцибельных механизмов антиоксидантной и нуклеофильной защиты по типу адаптивного ответа [8]. Таким образом, отсутствие статистически значимого повышения частоты встречаемости МЯПХЭ в костном мозге мышей экспериментальных групп позволяет сделать заключение об отсутствии у препарата «Диомаст-КРС» влияния на генетическую стабильность животных.

Заключение. Нами не выявлено мутагенной активности препарата «Диомаст-КРС» по отношению к клеткам костного мозга мышей при совместном и отдельном многократном введении его компонентов в терапевтических и высоких дозах, определяемой по частоте встречаемости микроядер в эритроцитах. Полученные данные являются свидетельством безопасности препарата «Диомаст-КРС» с точки зрения его влияния на геном.

Conclusion. We have not found mutagenic activity of the drug Diomast-KRS in relation to bone marrow cells of mice with combined and separate repeated administration of its components in therapeutic and high doses, determined by the frequency of micronuclei occurrence in erythrocytes. The data obtained are the evidence of the safety of the drug Diomast-KRS in terms of its effect on the genome.

Список литературы. 1. Влияние рекомбинантных α -и γ -интерферонов на иммунобиохимический статус больных субклиническим маститом коров / Н.Т. Климов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – № 1. – С. 31-34. 2. Интерфероны- α и γ в клинической ветеринарной практике при профилактике и лечении инфекционных заболеваний у крупного рогатого скота и свиней (обзор) / С.В. Шабунин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23. – № 1. – С. 16-35. - doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.16-35. 3. Зимников, В. И. Динамика показателей системы ПОЛ-АОЗ при применении рекомбинантных интерферонов для терапии субклинического мастита у коров / В. И. Зимников, Л. В. Ческидова, Т. Г. Ермолова // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2022. – № 3 (20). – С. 82-86. - doi: 10.17238/issn2541-8203.2022.3.82. 4. Антиоксидантная терапия эндотелиальной дисфункции / И. Н. Тюренков [и др.] // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2013. – № 1. – С. 14–25. 5. Исследование потенциальных мутагенных свойств препарата "Диомаст-КРС" / Г. А. Востроилова [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2022. – Т. 58, вып. 3. – С. 130-133. - doi 10.52368/2078-0109-2022-58-3-130-133. 6. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А. Н. Миронов [и др.]; ред. А. Н. Миронов. – М. : Гриф и К, 2012. – Ч. 1. – 944 с. 7. Ших, Е.В. Витамины с антиоксидантными свойствами в профилактике и лечении острых респираторных инфекций у детей / Е. В. Ших // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – Т. 12. – № 4. – С. 142–147. 8. Гончарова, Р. И. Молекулярные основы применения антимуагенов в качестве антиканцерогенов / Р. И. Гончарова, Т. Д. Кужир // Экологическая генетика. – 2005. – Т. 3. – № 3. – С. 19-32.

References. 1. Vliyanie rekombinantnyh α -i γ -interferonov na immunobiohimicheskij status bol'nyh subklinicheskim mastitom korov / N.T. Klimov [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2018. – № 1. – S. 31-34. 2. Interferony- α i γ v klinicheskoy veterinarnoy praktike pri profilaktike i lechenii infekcionnyh zabolevanij u krupnogo rogatogo skota i svinej (obzor) / S.V. SHabunin [i dr.] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2022. – T. 23. – № 1. – S. 16-35. - doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.1.16-35. 3. Zimnikov, V. I. Dinamika pokazatelej sistemy POL-AOZ pri primenenii rekombinantnyh interferonov dlya terapii subklinicheskogo mastita u korov / V. I. Zimnikov, L. V. CHeskidova, T. G. Ermolova // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2022. – № 3 (20). – S. 82-86. - doi: 10.17238/issn2541-8203.2022.3.82. 4. Antioksidantnaya terapiya endotelial'noj disfunkcii / I. N. Tyurenkov [i dr.] // Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoj terapii. – 2013. – № 1. – S. 14–25. 5. Issledovanie potencial'nyh mutagennyh svoystv preparata "Diomast-KRS" / G. A. Vostroilova [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2022. – T. 58, vyp. 3. – S. 130-133. - doi 10.52368/2078-0109-2022-58-3-130-133. 6. Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskikh issledovanij lekarstvennyh sredstv / A. N. Mironov [i dr.]; red. A. N. Mironov. – M. : Grif i K, 2012. – CH. 1. – 944 s. 7. SHih, E.V. Vitaminy s antioksidantnymi svoystvami v profilaktike i lechenii ostryh respiratornyh infekcij u detej / E. V. SHih // Voprosy sovremennoj pediatrii. – 2013. – T. 12. – № 4. – S. 142–147. 8. Goncharova, R. I. Molekulyarnye osnovy primeneniya antimutagenov v kachestve antikancerogenov / R. I. Goncharova, T. D. Kuzhir // Ekologicheskaya genetika. – 2005. – T. 3. – № 3. – S. 19-32.

Поступила в редакцию 16.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-83-88

УДК 577.112:573.6: 636

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЛЕКТИНОВ КОРМА ГЛЮКОЗАМИНОМ КАК СРЕДСТВО ПРОФИЛАКТИКИ ГАСТРОЭНТЕРИТОВ У ПОРОСЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ

Добровольский С.А. ORCID ID 0000-0002-0547-6310, Ковалёнок Ю.К. ORCID ID 0000-0001-7954-0576

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

Лектины кормов являются одним из этиологических факторов, способствующих возникновению гастроэнтеритов поросят. В данном исследовании проведен сравнительный анализ различных методов нейтрализации лектинов, содержащихся в кормах для поросят-отъемышей: термической обработки и добавлением лектин-специфичного углевода глюкозамина. Посредством общего и биохимического анализа крови подтверждена причинная роль лектинов в развитии гастроэнтеритов и их негативного влияния на животных. В работе представлен положительный эффект нейтрализации лектинов кормов на производственные показатели и заболеваемость гастроэнтеритами. Установлено, что использование 0,1 г глюкозамина на 1 кг корма является оптимальной дозой, обуславливающей снижение частоты возникновения гастроэнтеритов на 8%, сокращение продолжительности болезни в среднем на 0,5 суток и падежа животных на 2%. **Ключевые слова:** гастроэнтерит, лектин, поросята-отъемыши, желудочно-кишечный тракт, глюкозамин.

NEUTRALIZATION OF FEED LECTINS WITH GLUCOSAMINE AS A MEANS OF PREVENTION OF GASTROENTERITIS IN WEANING PIGS

Dabravolski S.A., Kavalionak Y.K.

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

Feed lectins are one of the etiological factors contributing to the occurrence of gastroenteritis in piglets. In this study, a comparative analysis of various methods for neutralizing lectins in the feeds of weaned piglets was carried out:

*heat treatment and the addition of lectin-specific carbohydrate glucosamine. The causative role of lectins in the development of gastroenteritis and their negative impact on animals was confirmed by general and biochemical blood tests. The paper presents the positive effect of neutralization of feed lectins on production indicators and the incidence of gastroenteritis. It has been established that the use of 0.1 g of glucosamine per 1 kg of feed is the optimal dose, which reduces the incidence of gastroenteritis by 8%, reduces the duration of the disease by an average of 0.5 days and animal mortality by 2%. **Keywords:** gastroenteritis, lectin, piglets after weaning, gastrointestinal tract, glucosamine.*

Введение. Лектины являются белками неиммунной природы, которые способны обратимо связываться с углеводами. Растительные лектины широко представлены в различных сельскохозяйственных растениях и известны как термостабильные антипитательные факторы, снижающие усвоение корма и способные вызывать локальные повреждения эпителия кишечника, нарушать его регенерацию и препятствовать абсорбции нутриентов, способствовать росту патогенной микрофлоры кишечника и вызывать гастроэнтериты. При систематическом употреблении лектины нарушают метаболизм липидов, углеводов и белков, нарушают гормональный и иммунный статус, серьезно снижая продуктивность животных, угрожая их здоровью и жизни [1, 2].

Известно, что простые сахара (в частности, глюкоза, галактоза, фруктоза) и их производные являются самыми распространенными лигандами лектинов растений. Основываясь на изученной нами ранее углеводной специфичности лектинов некоторых сельскохозяйственных растений [3], анализе литературы [4, 5] и *in silico* анализе лектинов и их вероятных целей [6, 7], глюкозамин был отобран для экспериментов по нейтрализации лектинов в кормах поросят-отъемышей.

В связи с широким распространением гастроэнтеритов у поросят и вытекающими из этого большими экономическими потерями, дальнейшая разработка способов профилактики болезни в т.ч. и нейтрализацией фитолектинов, представляется актуальным направлением.

Целью наших исследований являлось определение: роли лектинов корма как этиологического фактора возникновения гастроэнтеритов у поросят-отъемышей; эффективности различных методов нейтрализации лектинов кормов для профилактики гастроэнтеритов; эффективной и экономически целесообразной дозы глюкозамина, достоверно снижающей частоту гастроэнтеритов.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена на базе кафедры клинической диагностики УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» и свиноводческой фермы «Калюжки» республиканского дочернего унитарного предприятия по племенному делу «ЖодиоАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области.

Для изучения эффективности разных способов профилактики гастроэнтерита у поросят путем нейтрализации активности лектинов было сформировано 7 групп поросят-отъемышей белорусской мясной породы в возрасте 33-35 дней (n=50). Группы формировались с учетом принципа условных аналогов, средняя масса животных обоего пола в начале экспериментов составляла 7,0-7,5 кг. Все поросята получали одинаковый базовый рацион: до 37-39 дня жизни – престартерный комбикорм СК-11, затем – СК-16. Животные имели свободный доступ к воде. По 15 животных из каждой группы взвешивалось с целью определения интенсивности приростов массы в начале эксперимента (день 0), на 15 день и на 30 день (завершение эксперимента).

Поросята 1-й группы являлись контролем, животные 2-4-й групп получали корм, в котором лектины были нейтрализованы (термообработкой (2-я группа), добавлением глюкозамина в дозе 0,1 г (3-я группа) и 0,2 г (4-я группа) на 1 кг корма, соответственно); поросята 5 группы являлись положительным контролем, они на протяжении 15 суток дополнительно получали люпиновую муку, в расчетном количестве 10 г/кг корма, обеспечивающем повышении исходного общего уровня лектинов в базовом комбикорме; животные 6-7 групп на протяжении 15 суток дополнительно получали рацион с максимально высоким уровнем лектинов (10 г/кг корма люпиновой муки) и фактор, их нейтрализующий (0,1 г глюкозамина (6-я группа) либо термообработка (7-я группа)).

В начале (день 0), на 15 и 30 сутки эксперимента у 10 здоровых поросят из каждой группы проводили взятие крови для исследований. Забор крови у заболевших гастроэнтеритом поросят осуществлялся на первый и последний день болезни. Получение крови, сыворотки и плазмы осуществляли общепринятыми методами.

Общий клинический анализ крови выполнен на автоматическом гематологическом анализаторе Mindray BC-2800 Vet (Испания); биохимические исследования проведены с использованием автоматического биохимического анализатора EUROLISER (Австрия) с использованием диагностических наборов VITAL (Россия) и CORMEY (Польша). Исследования выполнялись в лабораториях кафедры клинической диагностики и НИИ ПВМиБ УО ВГАВМ.

Результаты исследований. Результаты изучения эффективности разных методов нейтрализации лектинов для профилактики гастроэнтеритов у поросят показаны в таблице 1.

Падеж поросят был отмечен во всех группах за исключением группы 4. В контрольной группе и группе 6 непроизводственное выбытие составило 4%, в то время как в группах 2, 3 и 7 – 2%. В группе 5 падеж был максимальным из всех изученных групп и составил 10%.

Экспериментальные группы 2 и 7 показали незначительное снижение числа заболевших поросят (на 6%) по сравнению с контролем. Добавление 0,1 г/кг глюкозамина (группа 3 и 6) привело к незначительному эффекту (8 и 2%, соответственно). Наибольшую эффективность показала группа 4, где добавление 0,2 г/кг глюкозамина снизило число заболевших поросят на 12%. Добавление люпиновой муки к корму увеличило число заболевших поросят (группа 5) на 14% по отношению к контролю. Важно отметить, что тяжелое течение заболевания наблюдалось у всех групп (в среднем 4-6 поросят) кроме пятой, в которой данный показатель составил 12 поросят.

Таблица 1 - Эффективность нейтрализации лектинов в кормах с целью профилактики гастроэнтеритов у поросят

Группа	Число заболевших животных			Число павших животных	Начало болезни, после отъема, день	Продолжительность болезни, дней	Количество рецидивов болезни
	Всего	%	Из них в тяжелой форме				
1	18	36	6	2	3,5±0,37	4,75±0,44	7
2	15	30	5	1	4±0,5	4,67±0,49	5
3	14	28	5	1	4,3±0,49*	4,33±0,49	4
4	12	24	4	0	4,67±0,49**	4±0,46*	3
5	25	50	12	5	3±0,38	5,2±0,5	9
6	17	34	7	2	3,5±0,42	4,5±0,56	2
7	15	30	5	1	3,67±0,36	4,33±0,36	3

Примечания: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ по отношению к контрольной группе.

Как видно из данной таблицы, статистически значимые результаты по времени возникновения гастроэнтеритов у поросят получены только в группах 3 и 4, в которых уровень лектина корректировался добавлением глюкозамина. Термообработка (группа 2) корма привела к несколько более позднему проявлению заболевания (0,5 дня), в то время как совмещение добавления люпиновой муки с 0,1 г глюкозамина или термообработкой не отличались от контрольной группы. Средняя продолжительность болезни была статистически ниже контрольной группы только в случае группы 4 (0,2 г глюкозамина), сокращаясь в среднем на 0,75 дня. Другие методы коррекции уровня лектинов не показали статистически значимых результатов.

В целом, добавление люпиновой муки связано с более ранним началом заболевания и более длительным ее протеканием, а добавление глюкозамина – с более поздним началом и более быстрым выздоровлением. Снижение рецидивов (по отношению к контролю) наблюдалось во всех группах, в которых уровень лектина подвергался коррекции. Более высокий уровень рецидивов наблюдался только в группе 5, в которой уровень лектинов увеличивали с помощью люпиновой муки.

Сравнение экспериментальных методов нейтрализации лектинов оценивалось также и посредством изучения влияния лектиновой активности на прирост массы поросят (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние разных методов нейтрализации лектинов в кормах на изменение массы тела подопытных животных

Группа	Сутки эксперимента, кг		
	0	15	30
1	7,16±0,17	10,45±0,39	16,05±0,4
2	7,22±0,15	11,22±0,53*	17±0,56*
3	7,18±0,17	11,5±0,6**	17,5±0,59**
4	7,17±0,18	11,5±0,63*	17,7±0,56**
5	7,02±0,1	10±0,39	15±0,72**
6	7,15±0,13	10,5±0,53	15,8±0,49
7	7,1±0,11	10,5±1,24	16±0,45

Примечания: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ по отношению к контрольной группе.

В начале эксперимента масса поросят всех групп достоверно не отличалась (от 7,02 до 7,22 кг) (Таблица 2). Однако к 15-му дню показатели групп 2, 3 и 4 достоверно отличались и превышали контроль, на 7,36% и 10%. Масса поросят группы 5 была ниже контроля на 4,3%. Аналогичная ситуация сохранилась и на 30-й день эксперимента, группы 2, 3 и 4 были достоверно выше контроля на 5,9%, 9% и 10,3%, соответственно, а группа 5 – достоверно ниже контроля на 6,5%.

Обобщая полученные данные, можно заключить, что коррекция уровня лектинов термообработкой (группа 2) и добавлением глюкозамина (группы 3 и 4) позволили получить статистически значимое улучшение прироста массы поросят. Анализ экономической эффективности мероприятий показывает, что применение глюкозамина в дозе 0,1 г на 1 кг корма для профилактики гастроэнтеритов у поросят-отъемышей является экономически выгодным. Так, экономическая эффективность ветеринарных мероприятий составила 2,15 рубля, что на 17,7% выше, чем от использования базовой схемы профилактики.

Анализируя показатели крови, мы отметили статистически значимые отличия как по группам, так и между здоровыми и больными поросятами одной группы. Многие показатели общего анализа крови оставались в пределах референсных значений или находились на маргинальном уровне. Дальнейшему анализу подвергались только показатели, выходящие за рамки референсных значений (выделены жирным шрифтом) (таблицы 3 и 4).

Несмотря на то, что превышение референсного значения уровня лимфоцитов было выявлено только у больных поросят групп 3, 5 и 6 (таблица 3), статистически значимое превышение на $0,8 \times 10^9/\text{л}$ было отмечено только у больных поросят группы 5. Аналогично, превышение числа гранулоцитов было отмечено у больных и здоровых поросят групп 5 и 6. Так, при максимально допустимом значении в $6,8 \times 10^9/\text{л}$, показатели в группе 5 превышали на 1,2 и $2,4 \times 10^9/\text{л}$ (для здоровых и больных поросят, соответственно). В группе 6 превышения составили 0,9 и $1,7 \times 10^9/\text{л}$, соответственно.

Изменение уровней лимфоцитов и гранулоцитов указывает на слабую воспалительную реакцию, источником которой, исходя из клинического состояния животных, является кишечник, подвергающийся воздействию лектинов. Не удивительно, что максимальные изменения в уровнях лимфоцитов и гранулоцитов отмечены у животных, получавших с кормом люпиновую муку.

Анализ биохимических параметров крови выявил статистически значимые отклонения от референсных значений ряда параметров: глюкоза, общий билирубин, холестерин, щелочная фосфатаза и общая антиокислительная активность (таблица 4). Так, только у больных поросят 5 группы (получавших дополнительно люпиновую муку) уровень глюкозы был ниже нормы на $0,71 \text{ ммоль/л}$.

Превышения максимально допустимых значений были отмечены для общего билирубина.

Таблица 3 - Влияние разных методов нейтрализации лектинов в кормах на некоторые показатели общего анализа крови подопытных животных

Группа		Лимфоциты, $\times 10^9/\text{л}$	Гранулоциты, $\times 10^9/\text{л}$
1	Здоровые	6,5±0,64	6±0,67
	Больные	6,8±0,77	6,5±0,88
2	Здоровые	6,6±0,68	5,9±0,81
	Больные	7,5±0,47	6,7±0,9
3	Здоровые	6,7±0,47	6,4±0,89
	Больные	8,2±0,73	7±1,15
4	Здоровые	7,1±0,66	7,2±1,15
	Больные	8,0±0,74	7,5±1,29
5	Здоровые	6,8±0,68	8±0,84**
	Больные	8,8±0,81*	9,2±1,14**
6	Здоровые	7,1±0,8	7,7±1,04*
	Больные	8,2±0,9	8,5±0,91*
7	Здоровые	7,6±0,53	7,2±1,08
	Больные	8±0,7	8,1±1,27

Примечания: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ по отношению к соответственно больным и здоровым поросётам контрольной группы.

Таблица 4 - Влияние разных методов нейтрализации лектинов в кормах на некоторые биохимические показатели анализа крови подопытных животных

Группа		Глюкоза, ммоль/л	Билирубин общий, мкмоль/л	Холестерин, ммоль/л	Щелочная фосфатаза, У/л	Общая антиокислительная активность, л·мл-1·мин-1
1	Здоровые	6,58±0,55	13,5±1,21	1,8±0,34	166±25,22	0,81±0,14
	Больные	5,93±0,61	14,8±1,18	2,4±0,3	211,7±11,37	1,2±0,2
2	Здоровые	6,5±0,58	15,3±1,39	1,93±0,61	176,85±24,26	0,76±0,12
	Больные	5,83±0,7	16,8±1,35	2,65±0,2	219,5±27,6	1,27±0,16
3	Здоровые	6,2±0,72	16,1±1,55	1,78±0,3	157,6±30,5	0,72±0,15
	Больные	5,25±0,53	17,6±1,23*	2,5±0,3	229±34,9	1,03±0,2
4	Здоровые	6,25±0,75	16,7±0,97**	1,84±0,33	152,95±28	0,85±0,17
	Больные	5,12±0,36	18±0,6**	2,9±0,2*	226±25,17	1,12±0,18
5	Здоровые	6,17±0,55	14,1±1,11	2,4±0,26*	178,7±32,57	1,08±0,2
	Больные	4,89±0,46*	15±1,36	3,1±0,29*	250,85±22,5*	1,51±0,11*
6	Здоровые	6,3±0,67	14,8±1,51	2,55±0,32*	181,15±29,48	0,88±0,14
	Больные	5,38±0,44	16,2±0,87	2,8±0,38	241±29,7	1,38±0,15
7	Здоровые	6,42±0,66	14,3±1,35	2,4±0,43	175,15±33,55	0,86±0,18
	Больные	5,84±0,6	15,7±1,38	2,95±0,35	230,4±34,87	1,27±0,14

Примечания: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ по отношению к соответственно больным и здоровым поросётам контрольной группы.

Так, превышение максимально допустимых значений было отмечено только у больных поросётов группы 3 (на 2,1 мкмоль/л). В четвертой группе превышения были отмечены и у здоровых (на 1,2 мкмоль/л), и больных (2,5 мкмоль/л) поросётов.

Интересно, что превышение максимально допустимых значений холестерина было отмечено в основном у больных поросётов (группы 4 и 5) на 0,4 и 0,6 ммоль/л, соответственно. Минимальное превышение было отмечено у здоровых поросётов группы 6 (на 0,05 ммоль/л) при максимально допустимом значении в 2,5 ммоль/л.

Активность щелочной фосфатазы также превышала максимально допустимые значения (176 У/л) только у больных поросётов группы 5 – на 74,85 У/л. Аналогично, превышение показателя общей антиокислительной активности было отмечено только у больных поросётов группы 5, со значением 1,51 л·мл-1·мин-1, при максимально допустимом значении в 1,2 л·мл-1·мин-1.

В целом, отклонения от нормы уровня глюкозы, билирубина и ЩФ свидетельствуют о нарушении функционирования печени. Можно предположить, что лектины выступают в качестве токсичных агентов, повышающих проницаемость внешней оболочки печеночных клеток и выход их содержимого в кровотоки. Так как они всегда содержат большое количество билирубина и ЩФ, они также попадают в циркулирующую кровь, что и приводит к повышению их содержания (активности) в крови. Холестерин является важным метаболитом, часть которого также синтезируется в печени, и его уровень в крови может изменяться при нарушениях работы печени. Повышение показателя АОА также свидетельствует о значительной интоксикации организма и о том, что орган подвергается интенсивному оксидативному стрессу.

Таким образом, можно заключить, что пероральная лектиновая нагрузка (добавление в рацион люпиновой муки как источника лектинов) способствует развитию гастроэнтерита, вызывает статистически значимое повышение уровня лимфоцитов и гранулоцитов в группах 5 и 6 и отражает воспалительную реакцию в кишечнике. В то же время, статистически значимых результатов для групп нейтрализации лектинов выявлено не было, что косвенно подтверждает этиологическую роль лекти-

нов и эффективность испытываемых методов их нейтрализации.

В итоге, можно заключить, что значительные отклонения от референсных значений показателей крови, обнаруженные у больных поросят, а также у здоровых поросят, получавших дополнительно люпиновую муку с кормом, свидетельствуют о негативном влиянии лектинов на функционирование печени и общую интоксикацию организма.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что лектины, содержащиеся в кормах для поросят-отъемышей, являются одним из факторов, способствующих возникновению гастроэнтерита, и обуславливают увеличение распространения болезни на 14%. Использование термообработки и глюкозамина в дозах 0,1 и 0,2 г на килограмм корма для нейтрализации лектинов корма способствует снижению частоты возникновения гастроэнтеритов на 6-12%, что сопровождалось статистически значимым повышением массы животных на 5,9-10,3% (по сравнению с контрольной группой), на 0,5-1,17 суток более позднему развитию заболевания, снижению его тяжести и продолжительности на 0,1-0,75 суток. Определено, что наиболее эффективной (производственно и экономически) дозой глюкозамина для профилактики гастроэнтеритов у поросят-отъемышей является 0,1 г на 1 кг корма, использование которой статистически значимо снижает частоту гастроэнтеритов на 8%, обеспечивая 2,15 рубля экономического эффекта на 1 рубль затрат.

Conclusion. As a result of the conducted experiments, it was found that lectins contained in feeds for weaning piglets are one of the factors contributing to the occurrence of gastroenteritis and cause an increase in the spread of the disease by 14%. The use of the thermal treatment and glucosamine at doses of 0.1 and 0.2 g per kilogram of provender for neutralizing lectins helps reduce the incidence rate for gastroenteritis by 6-12%. This was accompanied by a significant increase in animal weight by 5.9-10.3% (compared with the control group), 0.5-1.17 days delay of the disease development, the decrease in its severity and course of duration by 0.1-0.75 days. It has been determined that the most effective (industrially and economically) dose of glucosamine for the prevention of gastroenteritis in weaning piglets is 0.1 g per 1 kg of feed, the use of which significantly reduced the incidence rate of gastroenteritis by 8%, which provides 2.15 rubles of economic effect per 1 ruble of costs.

Список литературы. 1. Vasconcelos, I. M. Antinutritional properties of plant lectins / I. M. Vasconcelos, J. T. Oliveira // *Toxicon*. 2004 Sep 15;44(4):385-403. doi: 10.1016/j.toxicon.2004.05.005. PMID: 15302522. 2. Dabravolski, S.A. Effect of corn lectins on the intestinal transport of trace elements / S. A. Dabravolski, Y. K. Kavalionak // *J Consum Prot Food Saf*.15,163–170 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00003-019-01261-1>. 3. Методология деактивации лектиновой активности в кормах на основе их углеводной специфичности / С. А. Добровольский [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2020. – Т.56, вып.2. – С. 83–87. 4. Zárate, G. Dairy bacteria remove in vitro dietary lectins with toxic effects on colonic cells / G. Zárate, A. Perez Chaia // *Journal of Applied Microbiology*.2009.106:1050-1057. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.04077.x>. 5. Lotan, R. Interaction of Wheat-Germ Agglutinin with Bacterial Cells and Cell-Wall Polymers / R. Lotan, N. Sharon, D. Milerman // *European Journal of Biochemistry*. 1975. 55: 257-262. <https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1975.tb02158.x>. 6. Коваленок, Ю. К. In silico определение вероятных целей связывания лектинами комбикормов / Ю. К. Коваленок, С. А. Добровольский, Н. П. Коваленок // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2022. - Т. 58, вып. 1. - С.12-16. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-1-12-16. 7. Ковалёнок, Ю. К. Совершенствование способов лечения и профилактики микроэлементозов продуктивных животных / Ю. К. Ковалёнок // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2007. – Т. 43, вып.1. – С. 105–108.

References. 1. Vasconcelos, I. M. Antinutritional properties of plant lectins / I. M. Vasconcelos, J. T. Oliveira // *Toxicon*. 2004 Sep 15;44(4):385-403. doi: 10.1016/j.toxicon.2004.05.005. PMID: 15302522. 2. Dabravolski, S.A. Effect of corn lectins on the intestinal transport of trace elements / S. A. Dabravolski, Y. K. Kavalionak // *J Consum Prot Food Saf*.15,163–170 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00003-019-01261-1>. 3. Metodologiya deaktivatsii lektinovoï aktivnosti v kormah na osnove ih uglevodnoï specifichnosti / S. A. Dobrovol'skij [i dr.] // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny"*. – 2020. – Т.56, вып.2. – С. 83–87. 4. Zárate, G. Dairy bacteria remove in vitro dietary lectins with toxic effects on colonic cells / G. Zárate, A. Perez Chaia // *Journal of Applied Microbiology*.2009.106:1050-1057. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.04077.x>. 5. Lotan, R. Interaction of Wheat-Germ Agglutinin with Bacterial Cells and Cell-Wall Polymers / R. Lotan, N. Sharon, D. Milerman // *European Journal of Biochemistry*. 1975. 55: 257-262. <https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1975.tb02158.x>. 6. Kovalenok, YU. K. In silico opredelenie veroyatnyh celej svyazyvaniya lektinami kombikormov / YU. K. Kovalenok, S. A. Dobrovol'skij, N. P. Kovalenok // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny"*. - 2022. - Т. 58, вып. 1. - С.12-16. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-1-12-16. 7. Kovalyonok, YU. K. Sovershenstvovanie sposobov lecheniya i profilaktiki mikroelementozov produktivnyh zhivotnyh / YU. K. Kovalyonok // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny"*. – 2007. – Т. 43, вып.1. – С. 105–108.

Поступила в редакцию 19.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-89-91
УДК 611.37:636.934.3**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКЗОКРИННОГО ОТДЕЛА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ
У ЩЕНКОВ ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ В ЮВЕНИЛЬНЫЙ ПЕРИОД
НА ТЕРРИТОРИИ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ****Ковалев К.Д.**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*Гистологическими исследованиями установлено, что паренхима поджелудочной железы представлена ацинусами, стенка которых состоит из 6-18 клеток. В округлых ацинусах присутствует от 12 до 16 ациноцитов, ядра которых шаровидной формы и располагаются в центре, а в вытянутых ацинусах насчитывается около 15-18 клеток, ядра которых располагаются у базальной части клетки. Также обнаруживаются мелкие ацинусы с 5-9 ацинарными клетками, и в редких случаях ацинусы с количеством ациноцитов более 18 штук. Размеры ядра варьируются даже в клетках одного типа, на разных этапах функционирования одной и той же секреторной клетки. Мышечная оболочка в выводном и добавочном протоках поджелудочной железы у енотовидных собак отсутствует. Проплиферация ациноцитов и дифференцировка протоковых клеток способствуют формированию новых ацинусов. В работе ацинарной ткани выявляется гетерогенность. Морфологические изменения экзокринного отдела поджелудочной железы щенков енотовидной собаки следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма. **Ключевые слова:** енотовидная собака, щенки, поджелудочная железа, экзокринный отдел, ацинусы, морфология, радиация.*

**MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE EXOCRINE PANCREAS
IN PUPPIES OF RACCOON DOG DURING THE JUVENILE PERIOD
IN THE TERRITORY OF HIGH RADIOACTIVE POLLUTION****Kovaliou K.D.**

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

*Histological studies have established that the pancreatic parenchyma is represented by the acini, the wall of which consists of 6-18 cells. In the rounded acini there are from 12 to 16 acinocytes, the nuclei of which are spherical and located centrally. The elongated acini contain about 15-18 cells the nuclei of which are located at the basal part of the cell. Small acini with 5-9 acinar cells are also found, and in rare cases, acini with more than 18 acinocytes are observed. The size of the nucleus varies even in cells of the same type at different stages of the functioning of the same secretory cell. The muscle coat in the excretory and accessory ducts of the pancreas in the raccoon dogs is absent. Proliferation of acinocytes and differentiation of ductal cells contribute to the formation of new acini. In the functioning of acinar tissue, heterogeneity is revealed. Morphological changes in the exocrine pancreas of the raccoon dog puppies should be considered as a compensatory-adaptive reaction of the organism. **Keywords:** raccoon dog, puppies, pancreas, exocrine region, acini, morphology, radiation.*

Введение. Учет енотовидной собаки в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике проведен по нормам на площади 285 км², что составляет 14% площади обитания вида. По расчетам, ее численность составляет 270 особей, плотность – 1,3 ос./1000 га. В заповеднике обитает около 3% популяции этого вида в республике [2]. Следует отметить, что по сравнению со средней плотностью населения енотовидной собаки в Гомельской области, в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике она в 5 раз выше [3, 4]. За последние годы на популяции енотовидной собаки, выбранной в качестве модели, выяснено, что доля молодняка и, следовательно, воспроизводство и выживаемость находились в пределах нормы, характерной для этого вида млекопитающих.

Росту численности диких млекопитающих на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника способствовали увеличение естественной кормовой базы за счет бывших сельхозугодий, отсутствие фактора беспокойства (снятие антропогенной нагрузки), а также относительно мягкие зимы и заповедный режим [1, 5].

Морфология и функция пищеварительной системы отражают эволюционные приспособления животных к ведущему фактору жизни – качеству кормления. Разнообразие у енотовидной собаки объектов пищевой цепи обуславливает физиологические и структурные изменения в органах пищеварительной системы. Поджелудочная железа – главный орган химической обработки пищи, отражает в своей деятельности экологические особенности качеств кормовых объектов (учитывая тип питания енотовидной собаки) [6, 7]. Однако плотоядные животные остаются мало изученными в отношении влияния малых доз радиации. Научных работ, посвященных изучению морфологических изменений в поджелудочной железе енотовидной собаки, обитающей в 30 км зоне отчуждения Чернобыльской АЭС, в мире учеными не проводилось.

Цель исследований – изучить гистологические особенности экзокринного отдела поджелудочной железы у щенков енотовидной собаки на территории высокого радиоактивного загрязнения и снятия антропогенной нагрузки (в условиях белорусского сектора зоны отчуждения).

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению морфологических изменений поджелудочных желез енотовидных собак выполнялись в лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», отделе экологии и фауны государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Животные отлавливались на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Для гистологического изучения железы исследовано 7 особей. Зафиксированный в 10% нейтральном растворе формалина морфологический материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике. Депарафинирование и окрашивание гистологических срезов гематоксилин-эозином проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70».

Результаты исследований. В результате проведенных собственных исследований установлено, что экзокринный отдел поджелудочной железы у щенков енотовидной собаки представлен сложными, трубчато-альвеолярными, разветвленными протоками и концевыми отделами – панкреатическими ацинусами, отделенными друг от друга прослойками рыхлой соединительной ткани. В стенке ее выводного протока выделяется слизистая оболочка, собирающаяся в продольные складки и выстланная однослойным призматическим эпителием, а также серозная оболочка. Мышечная оболочка в выводном и добавочном протоках поджелудочной железы у енотовидных собак отсутствует. По мере уменьшения калибра протока внутри органа, эти оболочки истончаются, и в итоге от них остается только лишь эпителий с собственной пластинкой.

Дольки под капсулой (на периферии органа), как правило, округло-вытянутые, либо неправильно-овальной формы и небольших размеров, включают в себя несколько клеток вставочного отдела и, располагаясь в один ряд, 6-18 ациноцитов. Самые мелкие дольки располагаются в центре гистологических срезов, и, как правило, окружены толстой прослойкой соединительной ткани и адипоцитами.

Стенки ацинусов состоят из одного слоя клеток кубического эпителия. Ацинус состоит в основном из панкреатических экзокриноцитов или ациноцитов, имеющих форму усеченного конуса. Базальные части этих клеток широкие и отличаются базофилией, апикальные – суженные оксифильные с зернами зимогена. Гранулы зимогена в апикальной части клеток располагаются неплотно. В некоторых клетках обнаруживаются вакуоли, и цитоплазма приобретает ячеистый характер. Встречаются концевые отделы из мелких клеток, не содержащих гранул фермента.

На гистологических срезах ацинус, как правило, имеет вид округлого, овального или конического образования. В центре ацинуса находится небольшой просвет. В округлых ацинусах присутствует от 12 до 16 ациноцитов, ядра которых шаровидной формы и располагаются в центре, а в вытянутых ацинусах насчитывается около 15-18 клеток, ядра которых располагаются у базальной части клетки. Также обнаруживаются мелкие ацинусы с 5-9 ацинарными клетками, и в редких случаях - ацинусы с количеством ациноцитов более 18 штук. Размеры ядра варьируются даже в клетках одного типа, то есть ациноцитов, на разных этапах функционирования одной и той же секреторной клетки. В определенный возрастной период в функционально однородных экзокринных панкреоцитах средний объем ядра обычно коррелирует с объемом цитоплазмы. Формы ядер экзокринных панкреоцитов варьируются от функционального состояния клетки, отражая ее секреторную активность. В результате морфометрических исследований экзокринного отдела поджелудочной железы у щенков енотовидных собак установлено, что в возрасте до 1 года объемные показатели ядер, клеток и цитоплазмы составляют $30,21 \pm 1,02 \text{ мкм}^3$, $105,18 \pm 2,48 \text{ мкм}^3$ и $74,97 \pm 2,38 \text{ мкм}^3$ соответственно. Показатели ЯКО и ЯЦО в данном возрасте составили $0,29 \pm 0,009$ и $0,40 \pm 0,01$ соответственно.

Положение ядер в ациноцитах варьируется слабо, в основном они смещаются зимогеном, накапливающимся в цитоплазме. В ядрах ациноцитов обнаруживается неодинаковая степень структурности – от оптической гомогенности до четко заметных хромосом. В ядрах обнаруживают глыбки различных размеров и формы – хроматин. В ядрах ациноцитов чаще всего ядрышки имеют правильную сферическую форму. Размеры ядрышек значительно варьируются в зависимости от физиологического состояния клеток, главным образом в зависимости от интенсивности синтеза белка. В ювенильный период практически все ациноциты имеют хорошо различимое крупное ядрышко, что свидетельствует об активности (в синтетическом отношении) клеток.

Пролиферация ациноцитов и дифференцировка протоковых клеток способствуют формированию новых ацинусов. В работе ацинарной ткани выявляется гетерогенность.

В состав ацинуса, кроме секреторного, входит и вставочный отдел – в большинстве случаев часть клеток вставочного протока как бы вдвинута внутрь ацинуса. При этом на срезе в центре ацинуса видны мелкие клетки – центроацинозные эпителиоциты, образующие стенку вставочного отдела.

Форма их неправильная, уплощенная. Узкий слой цитоплазмы окружает овальное ядро. Вставочные отделы переходят в межацинозные протоки, выстланные однослойным кубическим эпителием.

По ходу эпителиальной выстилки протоков поджелудочной железы встречаются слизистые бокаловидные экзокриноциты и эндокриноциты.

Заключение. 1. Установленные нами морфологические изменения экзокринного отдела поджелудочной железы щенков енотовидной собаки следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на поддержание метаболического гомеостаза в зоне радиационного воздействия. 2. В ювенильный период у щенков енотовидной собаки в щитовидной железе обнаруживаются ярко выраженные процессы становления структурных компонентов и их высокая функциональная активность.

Conclusion. 1. The morphological changes in the exocrine pancreas of the raccoon dog puppies that we have established should be considered as a compensatory-adaptive reaction of the body aimed at maintaining metabolic homeostasis in the zone of radiation exposure. 2. In the juvenile period, the raccoon dog puppies show in their thyroid gland pronounced processes of the formation of structural components and their high functional activity.

Список литературы. 1. Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС / под ред. Л. М. Суцzeni, М. М. Пикулика, А. Е. Пленина. – Минск : Навука і тэхніка, 1995. – С. 200-210. 2. Кучмель, С. В. Мониторинг охотничьих и промысловых видов млекопитающих на территории ПГРЭЗ. Результаты 2005 года / С. В. Кучмель // 20 лет после чернойбыльской катастрофы : сборник научных трудов. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2006. – С. 216-225. 3. Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2005. – 319 с. 4. Федотов, Д. Н. Формообразовательные процессы и морфологические изменения периферических эндокринных желез при адаптивно-приспособительных реакциях енотовидной собаки в зоне снятия антропогенной нагрузки и при действии радиоактивного загрязнения / Д. Н. Федотов, И. С. Юрченко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – №1 (10). – С. 68–71. 5. Федотов, Д. Н. Морфогенез щитовидной железы у енотовидной собаки в постнатальном онтогенезе на территории высокого радиоактивного загрязнения / Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2022. – Т. 58, вып. 3. – С. 60–65. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-60-65. 6. Федотов, Д. Н. Экологические и морфологические аспекты мониторинга органов гомеостатического обеспечения у енотовидной собаки в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС: монография / Д. Н. Федотов, Х. Б. Юнусов, К. Д. Ковалев. – Ташкент: издательство «Наврўз», 2021. – 92 с. 7. Ковалев, К. Д. Возрастные особенности анатомического строения и роста поджелудочной железы у енотовидной собаки, обитающей на загрязненной радионуклидами территории белорусского сектора зоны отчуждения / К. Д. Ковалев, Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2021. - Т. 57, вып. 1. - С. 124-128. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-124-128. 8. Junqueira, L. C. Basic histology: text & atlas (eleventh edition) / L. C. Junqueira, J. Carneiro. – New York: McGraw-Hill, 2005. – 502 p.

References. 1. ZHivotnyy mir v zone avarii CHernobyl'skoj AES / pod red. L. M. Sushcheni, M. M. Pikulika, A. E. Plenina. – Minsk : Navuka i tekhnika, 1995. – S. 200-210. 2. Kuchmel', S. V. Monitoring ohotnich'ih i promyslovyh vidov mlekopitayushchih na territorii PGREZ. Rezul'taty 2005 goda / S. V. Kuchmel' // 20 let posle chernobyl'skoj katastrofy : sbornik nauchnyh trudov. – Gornel' : RNIUP «Institut radiologii», 2006. – S. 216-225. 3. Savickij, B. P. Mlekopitayushchie Belarusi / B. P. Savickij, S. V. Kuchmel', L. D. Burko. – Minsk : Izd. Centr BGU, 2005. – 319 s. 4. Fedotov, D. N. Formoobrazovatel'nye processy i morfologicheskie izmeneniya perifericheskikh endokrinnnyh zhelez pri adaptivno-prisposobitel'nyh reakciyah enotovidnoj sobaki v zone snyatiya antropogen-noj nagruzki i pri dejstvii radioaktivnogo zagryazneniya / D. N. Fedotov, I. S. YUrchenko // Veterinarnyy zhurnal Belarusi. – 2019. – №1 (10). – S. 68–71. 5. Fedotov, D. N. Morfogenez shchitovidnoj zhelezy u enotovidnoj sobaki v postnatal'nom ontogeneze na territorii vysokogo radioaktivnogo zagryazneniya / D. N. Fedotov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2022. – T. 58, vyp. 3. – S. 60–65. - DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-60-65. 6. Fedotov, D. N. Ekologicheskie i morfologicheskie aspekty monitoringa organov gomeostaticeskogo obespecheniya u enotovidnoj sobaki v zone otchuzhdeniya CHernobyl'skoj AES: monografiya / D. N. Fedotov, H. B. YUnusov, K. D. Kovalev. – Tashkent: izdatel'stvo «Navruz», 2021. – 92 s. 7. Kovalev, K. D. Vozrastnye osobennosti anatomicheskogo stroeniya i rosta podzheludochnoj zhelezy u enotovidnoj sobaki, obitayushchej na zagryaznennoj radionuklidami territorii belorusskogo sektora zony otchuzhdeniya / K. D. Kovalev, D. N. Fedotov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". - 2021. - T. 57, vyp. 1. - S. 124-128. - DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-124-128. 8. Junqueira, L. C. Basic histology: text & atlas (eleventh edition) / L. C. Junqueira, J. Carneiro. – New York: McGraw-Hill, 2005. – 502 p.

Поступила в редакцию 02.12.2022.

АНТИГЕННЫЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕСПИРАТОРНО-СИНЦИТИАЛЬНОГО ВИРУСА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Красочко П.П. ORCID ID 0000-0003-3309-0666, Колесникович К.В. ORCID ID 0000-0002-4129-3781
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*Изучены антигенный и генетический состав респираторно-синцитиального вируса крупного рогатого скота. Установлено, что среди структурных белков РСВ КРС наиболее значимыми в отношении формирования иммунитета являются белки F и G, которые вызывают выработку вируснейтрализующих антител, а белок F дополнительно стимулирует образование CD8+ цитотоксических Т-клеток, что сказывается на снижении репликации вируса и выздоровлении животных. **Ключевые слова:** респираторно-синцитиальный вирус, крупный рогатый скот, белки, геном.*

ANTIGENIC AND GENETIC COMPOSITION OF BOVINE RESPIRATORY SYNCYTIAL VIRUS

Krasochka P.P., Kalesnikovich K.V.
EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, Republic of Belarus

*The antigenic and genetic composition of bovine respiratory syncytial virus has been studied. It was found that among the structural proteins of RSV in cattle, the most significant in relation to the formation of immunity are proteins F and G, which cause the production of virus-neutralizing antibodies, and the F protein additionally stimulates the formation of CD8 + cytotoxic T cells, which has a reducing impact on the viral replication, and recovery of animals. **Keywords:** respiratory syncytial virus, cattle, protein, genome.*

Введение. Респираторные болезни – важная причина экономического ущерба в молочном скотоводстве. Одним из этиологических агентов бронхопневмоний является респираторно-синцитиальный вирус (РСВ) крупного рогатого скота (КРС), широко распространенный во всем мире [1].

Независимо от географического положения, уровень инфекционности, как правило, довольно высок; предполагается, что передача вируса – обычное явление в стаде. Крупный рогатый скот является основным резервуаром инфекции, однако также могут заразиться овцы, бизоны [5].

Передача вируса внутри стада обычно происходит воздушно-капельным путем, передача между стадами часто является следствием введения новых инфицированных животных, и непрямая передача происходит через людей, посещающих хозяйство [2]. Одним из основных факторов риска для передачи РСВ является скученность животных. В регионах с умеренным климатом заболевание обычно диагностируется в осенне-зимний период. Заболеваемость достаточно высока, а в некоторых случаях является причиной 60% клинических случаев респираторных заболеваний среди молочных коров [3]. Вспышки РСВ могут стать эпизоотиями, поражающими животных во всех возрастных группах. Важно отметить, что естественная инфекция поражает как мясной, так и молочный скот [2].

Профилактика является ключом к противодействию BRSV инфекции [2]. Несомненным достижением в практике борьбы с инфекционными болезнями животных является внедрение вакцинопрофилактики. Однако вирус респираторно-синцитиальной инфекции не способен накапливаться в высоких титрах в культуре клеток и требует концентрирования вируссодержащего материала для получения высокоактивной вакцины [10]. Выходом из положения является создание рекомбинантного белка-антигена, который можно накопить в значительно больших количествах с помощью экспрессионных систем (бактериальных, дрожжевых или простейших). Такой подход позволит снизить себестоимость специфического антигена, обеспечить более высокий уровень безопасности вакцины ввиду отсутствия побочных веществ при накоплении вирусов.

Однако, на первом этапе работы необходимо проанализировать геном возбудителя с целью выявления генов, кодирующих иммунодоминантные белки, которые вызывают синтез вируснейтрализующих антител.

Целью исследования явилось изучение антигенного и генетического состава респираторно-синцитиального вируса крупного рогатого скота.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в отраслевой лаборатории ветеринарной биотехнологии и заразных болезней животных УО ВГАВМ.

При анализе генетического состава РСВ использовали общедоступные полногеномные нуклеотидные последовательности вируса из базы нуклеотидных последовательностей (GenBank), выделенных в разных географических регионах.

При анализе антигенного состава и функциональной активности отдельных белков использовали отечественные и зарубежные литературные источники.

Результаты исследований. РСВ КРС относится к роду *Pneumovirus*, подсемейству *Pneumovirinae* семейства *Paramyxoviridae*. В антигенном и генетическом отношении РСВ близок к респираторно-синцитиальному вирусу человека [10]. Оба вируса имеют липидную оболочку, которая происходит из клеток хозяина при выходе вирионов, и содержит на своей поверхности трансмембранные белки (G и F). Их геном представлен однонитевой несегментированной негативной РНК, длиной около 15 тыс. нуклеотидов. РНК кодирует 11 структурных и неструктурных белков, функции которых отражены в таблице 1, а схематическое изображение в структуре генома - на рисунке 1.

Таблица 1 – Характеристика белков РСВ КРС

Наименование белка	Функция белка
NS1	Неструктурные белки 1 и 2, совместно блокируют активацию регуляторного фактора α - и β -интерферонов
NS2	
N	Формирует нуклеокапсид вируса
P	Фосфопротеин, формирует нуклеокапсид вируса
M	Матричный протеин, формирует нуклеокапсид вируса
SH	Малый гидрофобный протеин, формирует капсид вируса
G	Белок прикрепления, формирует капсид вируса
F	Предшественник белка для проникновения в клетку, формирует капсид вируса
M2-1	Матричные протеины открытых рамок считывания ORF1 и ORF2, кофакторы полимеразы
M2-2	
L	Формирует нуклеокапсид вируса, РНК-зависимая РНК-полимераза



Рисунок 1 – Схема генома РСВ КРС

Основная функция белка G – прикрепление к клетке хозяина путем связывания с остатками сиаловой кислоты, которая широко представлена на поверхности клеток респираторного тракта. Данный белок вызывает образование вируснейтрализующих антител и субпопуляции CD4+ Т-клеток. При репликации РСВ КРС протеин G синтезируется в 2 вариантах: связанном с мембраной и секретируемом. Предполагается, что секретируемая форма взаимодействует с иммунной системой путем связывания нейтрализующих антител, что позволяет вновь образуемым вирионам избегать атаки иммунной системы. Белок G не влияет на репликацию вируса – имеются сведения, что рекомбинантные, делетированные по G протеину вирусы РСВ КРС способны размножаться как в культуре клеток, так и в организме восприимчивых животных [5].

Вирусные белки F и G отвечают за прикрепление и проникновение вируса и доставку нуклеокапсидов в цитоплазму клетки хозяина. F-белок участвует в слиянии вирусной и клеточной мембран. Данный вирусный белок (F0) представляет собой неактивный предшественник размером 574 аминокислотных остатка, который расщепляется в аппарате Гольджи протеазой фурином на три части: субъединицы F1 и F2, а также пептид рер27. Субъединицы F1 (49 кДа) и F2 (20 кДа) формируют активный фьюжен-белок, а рер27 далее модифицируется и превращается в биоактивное вещество вирокинин. Белок F стимулирует образование вируснейтрализующих антител и субпопуляций CD4+ и CD8+ Т-клеток [6].

Белок SH не играет роль в репликации вируса. Он выполняет функцию ионного канала и, возможно, обеспечивает проникновение вируса в клетку совместно с F белком. Показано, что рекомбинантный РСВ КРС с делетированным SH-геном становится аттенуированным [9]. Сведения о каком-либо значимом вкладе SH-белка в иммунные реакции отсутствуют.

Внутренняя часть вириона представлена спиральным нуклеокапсидом и состоит из структурных белков N, P, M, M2-1, M2-2, неструктурными белками NS1, NS2, L и одноцепочечной РНК.

Матричный белок M расположен на поверхности капсида и является преобладающим белком в инфицированной клетке. Он, наряду с белками M2-1 и M2-2, участвует в сборке и выходе дочерних вирусов из клетки.

Белки M2-1 и M2-2 являются регуляторными факторами транскрипции и репликации вирусной РНК [4].

Структурные белки N и P отвечают за внутреннюю организацию нуклеокапсида и связаны с РНК. Белок N стимулирует образование CD8+ Т-клеток.

Неструктурные белки NS1 и NS2 играют важную роль в снижении реактивности иммунной системы. Они подавляют активацию интерферонов первого типа, что значительно замедляет распознавание иммунной системой репликацию РСВ КРС [7].

Для РСВ КРС, как и других одноцепочечных РНК-вирусов, характерна высокая изменчивость и как следствие антигенная вариабельность. Эволюция вируса в основном направлена на изменчивость белка G, как одного из наиболее антигенно-значимых. Особенно это прослеживается в регионах, где широко применяются вакцины для профилактики респираторно-синцитиальной инфекции КРС [8].

В настоящее время выделено 4 антигенные группы РСВ КРС (А, В, АВ и промежуточная) и 6 генетических. Однако, широкие исследования живых интраназальных вакцин показывают наличие перекрестной защиты против РСВ КРС различного географического происхождения.

Таким образом, среди структурных белков РСВ КРС наиболее значимыми в отношении формирования иммунитета являются белки F и G. Оба белка вызывают выработку вируснейтрализующих антител, однако, белок F также стимулирует образование CD8+ цитотоксических Т-клеток, что сказывается на снижении репликации вируса и скорейшем выздоровлении животных.

Заключение. Относительно несложная организация генома и вириона вируса РСВ позволили достоверно определить наиболее значимые для эффективного иммунного ответа белки. Основными кандидатами для создания рекомбинантного белка выступают белки F и G. При этом белок F РСВ помимо стимуляции образования вируснейтрализующих антител также стимулирует образование CD8+ цитотоксических Т-клеток, что замедляет репликацию вируса и, соответственно, распространение вируса в организме, что ведет к более быстрому окончанию инфекционного процесса и выздоровлению животных.

Conclusion. The relatively simple organization of the genome and virion of the BRSV virus made it possible to reliably determine the most significant proteins for an effective immune response. The main candidates for the creation of recombinant proteins are the F and G proteins. In addition to stimulating the formation of virus-neutralizing antibodies, the BRSV F protein also stimulates the formation of CD8+ cytotoxic T cells, which slows down the replication of the virus and, accordingly, the spread of the virus in the body, which leads to a faster termination of infectious process and the recovery of animals.

Список литературы. 1. Котенева, С. В. Роль респираторно-синцитиального вируса крупного рогатого скота в этиологии респираторных болезней на молочных комплексах / С. В. Котенева, А. В. Неведченко, Т. И. Глотова // *Ветеринария сегодня*. – 2021. – № 12. – С. 38-43. 2. Ольсон, А. Факторы риска при респираторно-синцитиальной и коронавирусной инфекции крупного рогатого скота / А. Ольсон // *Ветеринария*. – 2010. – № 8. – 11 с. 3. Ширвани, Е. Эпизоотологическое исследование острых респираторных заболеваний крупного рогатого скота в молочном скотоводстве / Е. Ширвани // *Здоровье животных*. – 2012. – № 4. – С. 191–195. 4. Bermingham, A. The M2-2 protein of human respiratory syncytial virus is a regulatory factor involved in the balance between RNA replication and transcription / A. Bermingham, P. Collins // *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1999. – Vol. 15, № 9. – P. 59–64. 5. Bukreyev, A. The secreted form of respiratory syncytial virus G glycoprotein helps the virus evade antibody-mediated restriction of replication by acting as an antigen decoy and through effects on receptor-bearing leukocytes / A. Bukreyev, L. Yang, J. Fricke // *J. Virol.* – 2008. – Vol. 12, №11. – P. 191–204. 6. Karger, A. Recombinant bovine respiratory syncytial virus with deletions of the G or SH genes: G and F proteins binds heparin / A. Karger, U. Schmidt, U. Buchholz // *J. Gen. Virol.* – 2001. – Vol. 17, № 10. – P. 31–40. 7. Schlender, J. Bovine respiratory syncytial virus non-structural proteins NS1 and NS2 cooperatively antagonize alpha/beta interferon-induced antiviral response / J. Schlender, B. Bossert, U. Buchholz // *J. Virol.* – 2000. – Vol. 13, №1. – P. 34–42. 8. Schmidt, U. Mucosal immunization with live recombinant bovine respiratory syncytial virus (BRSV) lacking the envelope glycoprotein G protects against challenge with wild-type BRSV / U. Schmidt, J. Beyer, U. Polster // *J. Virol.* – 2002. – Vol. 6, №2. – P. 5–9. 9. Taylor, G. Recombinant bovine respiratory syncytial virus with deletion of the SH gene induces increased apoptosis and pro-inflammatory cytokines in vitro, and is attenuated and induces protective immunity in calves / G. Taylor, S. Wyld, J. Valarcher // *J. Gen. Virol.* – 2014. – Vol. 10, № 8. – P. 44–54. 10. Valarcher, J. Evolution of bovine respiratory syncytial virus / J. Valarcher, F. Schelcher, H. Bourhy // *J. Virol.* – 2000. – Vol. 5, №3. – P. 14–28.

References. 1. Koteneva, S. V. Rol respiratorno-sincitalnogo virusa krupnogo rogatogo skota v etiologii respiratornyh boleznej na molochnyh kompleksah / S. V. Koteneva, A. V. Nefedchenko, T. I. Glotova // *Veterinariya segodnya*. – 2021. – № 12. – С. 38-43. 2. Olson, A. Faktory riska pri respiratorno-sincitalnoj i koronavirusnoj infekcii krupnogo rogatogo skota / A. Olson // *Veterinariya*. – 2010. – № 8. – 11 s. 3. SHirvani, E. Epizootologicheskoe issledovanie ostryh respiratornyh zabozevanij krupnogo rogatogo skota v molochnom skotovodstve / E. SHirvani // *Zdorove zhivotnyh*. – 2012. – № 4. – С. 191–195. 4. Bermingham, A. The M2-2 protein of human respiratory syncytial virus is a regulatory factor involved in the balance between RNA replication and transcription / A. Bermingham, P. Collins // *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1999. – Vol. 15, №9. – P. 59–64. 5. Bukreyev, A. The secreted form of respiratory syncytial virus G glycoprotein helps the virus evade antibody-mediated restriction of replication by acting as an antigen decoy and through effects on receptor-bearing leukocytes / A. Bukreyev, L. Yang, J. Fricke // *J. Virol.* – 2008. – Vol. 12, №11. – P. 191–204. 6. Karger, A. Recombinant bovine respiratory syncytial virus with deletions of the G or SH genes: G and F proteins binds heparin / A. Karger, U. Schmidt, U. Buchholz // *J. Gen. Virol.* – 2001. – Vol. 17, №10. – P. 31–40. 7. Schlender, J. Bovine respiratory syncytial virus nonstructural proteins NS1 and NS2 cooperatively antagonize alpha/beta interferon-induced antiviral

response / J. Schlender, B. Bossert, U. Buchholz // J. Virol. – 2000. – Vol. 13, №1. – P. 34–42. 8. Schmidt, U. Mucosal immunization with live recombinant bovine respiratory syncytial virus (BRSV) and recombinant BRSV lacking the envelope glycoprotein G protects against challenge with wild-type BRSV / U. Schmidt, J. Beyer, U. Polster // J. Virol. – 2002. – Vol. 6, №2. – P. 5–9. 9. Taylor, G. Recombinant bovine respiratory syncytial virus with deletion of the SH gene induces increased apoptosis and pro-inflammatory cytokines in vitro, and is attenuated and induces protective immunity in calves / G. Taylor, S. Wyld, J. Valarcher // J. Gen. Virol. – 2014. – Vol. 10, №8. – P. 44–54. 10. Valarcher, J. Evolution of bovine respiratory syncytial virus / J. Valarcher, F. Schelcher, H. Bourhy // J. Virol. – 2000. – Vol. 5, №3. – P. 14–28.

Поступила в редакцию 13.12.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-95-99

УДК 619:618.2:636.2

КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕРЕМЕННЫХ КОРОВ, ПРЕДРАСПОЛОЖЕННЫХ К РАЗВИТИЮ ГЕСТОЗА

Михалёв В.И. ORCID 0000-0001-9684-4045, Савченко Л.В. ORCID 0000-0002-5378-4078,
Сашнина Л.Ю. ORCID 0000-0001-6477-6156, Моргунова В.И. ORCID 0000-0002-7148-7624

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

*В статье представлены материалы изучения клинико-лабораторных показателей беременных коров в 60 дней гестации, предрасположенных к развитию гестоза. У коров с синдромом задержки развития плода в 2 месяца беременности, впоследствии осложнённым гестозом, установленные морфо-биохимические изменения свидетельствуют о нарушении у них белкового обмена, функционирования печени и почек, системы кровообращения, интенсивным накоплением продуктов ПОЛ, при снижении активности ферментативного и неферментативного звена АОЗ. Развитие синдрома задержки плода происходит на фоне нарушения трофики развивающегося зародыша, что клинически проявляется на ранних этапах беременности уменьшением полости рога плодовой полости на 22,2-34,2%, длины плода – на 41,5-48,9%, диаметра корпуса – на 19,9-28,9%, размеров жёлтого тела яичника – на 15,7-24,1%. **Ключевые слова:** коровы, синдром задержки развития плода, гестоз, метрические показатели, морфо-биохимический статус.*

CLINICAL AND LABORATORY INDICATORS OF PREGNANT COWS PRONE TO THE DEVELOPMENT OF GESTOSIS

Mikhalev V.I., Savchenko L.V., Sashnina L.Yu., Morgunova V.I.

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

*The article presents materials on studying clinical and laboratory indicators of pregnant cows at 60 days of gestation, prone to the development of gestosis. In cows with the uterine fetal growth retardation syndrome at 2 months of pregnancy, subsequently complicated by gestosis, the established morphobiochemical changes indicate failures in the protein metabolism, functioning of the liver, kidneys, and the circulatory system. The changes also show an intensive accumulation of lipid peroxidation products, with a decrease in the activity of the enzymatic and non-enzymatic link of the AOD. The development of the fetal intrauterine growth retardation syndrome occurs against the background of a trophism disorders in the developing embryo. This at early stages of pregnancy is clinically manifested by a decrease in the size of the uterine horn cavity by 22.2-34.2%, the length of the fetus – by 41.5-48.9%, the body diameter – by 19.9-28.9%, the size of the corpus luteum of the ovary – by 15.7-24.1%. **Keywords:** cows, fetal intrauterine growth retardation syndrome, gestosis, metrics, morphobiochemical status.*

Введение. Среди многочисленных проблем современного высокотехнологичного животноводства на одно из ведущих мест выдвигается проблема повышения плодовитости и сохранения продуктивного долголетия молочных коров, являющаяся основой для рентабельного ведения данной отрасли. Повышение плодовитости молочного скота сдерживается целым рядом факторов, главное место среди которых принадлежит нарушениям раннего эмбриогенеза – синдром задержки и гибель эмбриона и плода [1, 2]. Степень регистрации эмбриопатий в последнее время имеет тенденцию к увеличению, особенно у высокопродуктивных животных. Синдром внутриутробной задержки развития плода диагностируется у 28,7-35,9%, эмбриональная смертность – у 12,3-16,9% коров [3, 4].

Основной причиной развития эмбриопатий является нарушение синтеза прогестерона, являющегося основным гормоном беременности. Низкий уровень прогестерона в ранний период гестации не обеспечивает условия для питания развивающегося зародыша, что приводит к задержке развития или его гибели [5, 6].

В более поздние сроки гестации у животных диагностируется гестоз (поздний токсикоз беременных) – патологическое состояние беременных животных, проявляющееся синдромом полиорганной функциональной недостаточности. При гестозе в патологический процесс вовлекаются почки, пе-

чень, фетоплацентарный комплекс, сердечно-сосудистая, легочная и центральная нервная системы. При этом нарушается внутриутробное развитие плода, отмечается рождение маложизнеспособного приплода, а у родильниц – развитие тяжелых форм осложнений родового акта и раннего послеродового периода. Частота их проявления, в сравнении с клинически здоровыми животными, возрастает в 2,5-3 раза [7, 8].

Клинически гестоз в среднем диагностируется у 12-40% глубокоствольных коров и нетелей в последние 1,5-2,0 месяца беременности. Частота его проявления предопределяется генетической предрасположенностью, наличием той или иной экстрагенитальной патологии, состоянием упитанности животных и степенью нарушений обмена веществ. Наибольшая вероятность проявления данной патологии присуща высокопродуктивным животным, а также нетелям [9, 10]. Поэтому изучение влияния нарушений раннего эмбриогенеза на развитие позднего токсикоза беременных коров является актуальным и требует всестороннего изучения.

Цель исследований – изучить клинико-лабораторные показатели беременных коров в ранний период гестации, предрасположенных к развитию гестоза.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в ЗАО «Славянское» Верховского района Орловской области на коровах голштинофризской породы с годовой молочной продуктивностью 10000-12000 кг. Кормление животных - детализированное в соответствии с нормами ВИЖ полнорационными кормосмесями. Объектом исследований являлись коровы, начиная с 60 дней беременности, которые были разделены на две группы: физиологическое течение беременности (n=32) и синдром задержки развития плода (n=18). Клинико-акушерские исследования проведены с использованием общепринятых в акушерстве методов, а также с использованием УЗИ-сканера с линейным датчиком. От животных обеих групп, по пять из каждой, отобраны пробы крови для проведения лабораторных исследований. В 7,0-7,5 месяцев беременности животные, включенные в опыт, подвергались клинико-акушерскому исследованию, по результатам которого у них диагностировали наличие/отсутствие позднего токсикоза (гестоза) беременных. По результатам ретроспективного анализа коровы с синдромом задержки развития плода разделены на две подгруппы: без позднего токсикоза беременных и осложненные гестозом. Полученный цифровой материал подвергали математической обработке с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

Результаты исследований. Установлено, что в 2 месяца беременности у животных с СЗРП без позднего токсикоза беременных содержание лейкоцитов на 15,7% ($P<0,05$) выше по сравнению с физиологическим течением беременности, эозинофилов – на 75,0% ($P<0,001$), моноцитов – на 50,0% ($P<0,002$), тромбоцитов – на 23,4% ($P<0,05$), мочевины – на 28,0% ($P<0,02$), ФНО α – на 46,4% ($P<0,01$), ИЛ-2 – на 62,3% ($P<0,001$), активность ГГТ – на 11,5% ($P<0,05$), при снижении уровня витамина Е на 14,7% ($P<0,05$), витамина С – на 15,9% ($P<0,05$), каротина – на 8,3% ($P<0,02$), стабильных метаболитов оксида азота – на 33,0% ($P<0,002$), прогестерона – на 25,1% ($P<0,001$), эстрадиола – на 23,3% ($P<0,001$), кортизола – на 48,0% ($P<0,001$), ИЛ-4 – на 20,6% ($P<0,01$), ИЛ-10 – на 12,4% ($P<0,05$), активности ГПО – на 21,0% ($P<0,001$), тромбинового времени – на 16,6% ($P<0,01$), протромбинового времени – на 13,8% ($P<0,05$), АЧТВ – на 16,4% ($P<0,01$).

Таблица 1 - Морфо-биохимические показатели крови коров в 60 дней беременности при физиологическом и осложненном течении гестации

Показатели	Физиологическое течение беременности, n=9	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных, n=5	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, n=7
Эритроциты, $10^{12}/л$	$5,88\pm0,10$	$5,56\pm0,19$	$5,44\pm0,12^*$
Лейкоциты, $10^9/л$	$8,3\pm0,31$	$9,6\pm0,45^*$	$10,1\pm0,71^*$
Нейтрофилы палочк., %	$3,0\pm0,22$	$2,8\pm0,16$	$2,6\pm0,28$
Нейтрофилы сегм., %	$36,0\pm1,9$	$33,0\pm1,5$	$36,7\pm2,9$
Эозинофилы, %	$4,0\pm0,28$	$7,0\pm0,41^{***}$	$7,6\pm0,27^{***}$
Моноциты, %	$3,2\pm0,34$	$4,8\pm0,22^{**}$	$5,3\pm0,56^{**}$
Лимфоциты, %	$53,8\pm1,7$	$52,4\pm1,9$	$47,8\pm2,4$
Тромбоциты, $10^9/л$	$291,6\pm19,7$	$359,7\pm22,1^*$	$451,2\pm25,4^{***}$
Общий белок, г/л	$76,2\pm1,7$	$81,4\pm3,7$	$82,5\pm1,3^*$
Альбумины, %	$42,6\pm0,9$	$44,8\pm1,2$	$45,2\pm0,8^*$
α -глобулины, %	$15,4\pm0,6$	$15,0\pm0,4$	$14,8\pm0,3$
β -глобулины, %	$17,6\pm0,3$	$16,8\pm0,8$	$17,4\pm0,5$
γ -глобулины, %	$24,4\pm0,9$	$23,4\pm1,1$	$22,6\pm0,6$
Мочевина, мм/л	$4,03\pm0,21$	$5,16\pm0,34^*$	$6,35\pm0,53^{**}$
Креатинин, мкм/л	$64,7\pm2,2$	$70,1\pm3,7$	$82,4\pm2,9^{***}$

Продолжение таблицы 1

Показатели	Физиологическое течение беременности, n=9	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных, n=5	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, n=7
АсАТ, Е/л	52,1±1,4	55,2±2,3	72,1±4,2 ^{***}
АлАТ, Е/л	28,9±1,3	27,3±1,2	42,9±2,8 ^{***}
ГГТ, Е/л	12,2±0,3	13,6±0,5 [*]	19,0±1,0 ^{***}
Витамин А, мкМ/л	1,41±0,03	1,38±0,07	1,22±0,04 ^{**}
Витамин Е, мкМ/л	14,3±0,7	12,1±0,6 [*]	11,8±0,5 [*]
Витамин С, мкМ/л	28,9±1,4	24,3±1,2 [*]	25,3±1,1
Каротин, мкМ/л	8,4±0,22	7,7±0,12 [*]	7,6±0,17 ^{***}
МДА, мкМ/л	2,45±0,14	2,72±0,16	3,40±0,15 ^{***}
СМП, усл. Ед.	0,77±0,02	0,79±0,03	0,98±0,04 ^{***}
NO _x , мкМ/л	34,2±2,5	22,9±1,2 ^{**}	21,0±1,1 ^{***}
ИЭИ	19,7±0,8	20,1±0,7	21,5±0,5
Каталаза, мкМН ₂ O ₂ /лхминх10 ⁻³	46,5±1,5	41,9±1,9	41,0±2,5 ^{***}
ГПО, мкМGSН/лхминх10 ⁻³	22,4±0,9	17,7±0,6 ^{***}	16,4±0,5 ^{***}
Прогестерон, нМ/л	20,3±0,5	15,2±0,4 ^{***}	13,4±0,5 ^{***}
Эстрадиол, пМ/л	392,6±14,2	301,3±15,5 ^{***}	284,9±11,6 ^{***}
Кортизол, нМ/л	466,2±13,4	242,4±13,9 ^{***}	239,1±10,2 ^{***}
ФНО _α , пг/мл	224,3±18,9	328,3±17,3 ^{**}	349,6±12,8 ^{***}
ИЛ-2, пг/мл	40,6±1,8	65,9±2,7 ^{***}	68,3±3,3 ^{***}
ИЛ-4, пг/мл	81,7±4,1	64,9±3,2 ^{**}	54,1±2,7 ^{***}
ИЛ-10, пг/мл	45,0±1,9	39,4±1,5 [*]	32,7±2,2 ^{***}
Тромбиновое время, сек.	117,0±3,9	97,6±4,5 ^{**}	87,3±3,2 ^{***}
Протромбиновое время, сек.	43,4±1,4	37,4±2,1 [*]	35,1±1,7 ^{**}
АЧТВ, сек	59,9±1,8	50,1±1,9 ^{**}	48,9±1,1 ^{***}

Примечания: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$ – по сравнению с физиологическим течением беременности.

У коров с синдромом задержки развития плода, осложненным в виде гестоза, на ранних сроках беременности установлено повышение уровня лейкоцитов на 21,7% ($P < 0,05$) по сравнению с животными без осложнений беременности, эозинофилов – на 90,0% ($P < 0,001$), моноцитов – на 65,6% ($P < 0,01$), тромбоцитов – на 54,7% ($P < 0,001$), общего белка – на 8,3% ($P < 0,02$), мочевины – на 57,6% ($P < 0,002$), креатинина – на 27,4% ($P < 0,001$), малонового диальдегида – на 38,8% ($P < 0,001$), средних молекулярных пептидов – на 27,3% ($P < 0,001$), ФНО_α – на 55,9% ($P < 0,01$), ИЛ-2 – на 68,2% ($P < 0,001$), активности АсАТ – на 38,4% ($P < 0,001$), АлАТ – на 48,4% ($P < 0,001$), ГГТ – на 55,7% ($P < 0,001$), при снижении содержания эритроцитов на 7,5% ($P < 0,05$), витамина А – на 13,5% ($P < 0,002$), витамина Е – на 17,5% ($P < 0,02$), каротина – на 9,5% ($P < 0,02$), стабильных метаболитов оксида азота – на 38,6% ($P < 0,001$), прогестерона – на 34,0% ($P < 0,001$), эстрадиола – на 27,4% ($P < 0,001$), кортизола – на 48,7% ($P < 0,001$), ИЛ-4 – на 33,8% ($P < 0,001$), ИЛ-10 – на 27,3% ($P < 0,001$), активности ГПО – на 26,8% ($P < 0,001$), тромбинового времени – на 25,4% ($P < 0,001$), протромбинового времени – на 19,1% ($P < 0,01$), АЧТВ – на 18,4% ($P < 0,001$).

Установленные различия показателей морфо-биохимического статуса крови коров свидетельствуют о наличии нарушений обмена веществ у животных на ранних стадиях эмбриогенеза, имеющих разную степень выраженности. Более значительные изменения установлены у коров с синдромом задержки развития плода, впоследствии осложненным гестозом, свидетельствующие о нарушении у них белкового обмена, функционирования печени и почек, системы кровообращения, интенсивном накоплении продуктов ПОЛ, повышенном образовании провоспалительных цитокинов, при снижении активности ферментативного и неферментативного звена АОЗ, дисбалансом половых и кортикостероидных гормонов, что приводит к нарушению трофики развивающегося зародыша и клинически проявляется на ранних этапах беременности синдромом задержки его развития (таблица 2).

У коров с синдромом задержки развития плода, у которых впоследствии не регистрировался гестоз, диаметр полости рога плодоставности в два месяца беременности на 22,2% ($P < 0,02$) меньше по сравнению с нормально протекающей беременностью, длина плода – на 41,5% ($P < 0,001$), диаметр корпуса – на 19,9% ($P < 0,05$), размеры желтого тела – на 15,7% ($P < 0,05$). Метрические показатели плода и желтого тела беременности при развитии синдрома задержки, осложненного гестозом, имеют большую степень выраженности по сравнению с физиологической гестацией. Так, размеры полости рога плодоставности у этих животных меньше на 34,2% ($P < 0,001$), чем при физиологическом тече-

нии гестации, копчико-теменной размер плода – на 48,9% ($P<0,001$), диаметр корпуса – на 29,8% ($P<0,01$), диаметр жёлтого тела яичника – на 24,1% ($P<0,01$), что свидетельствует о задержке развития зародыша.

Таблица 2 - Метрические показатели плода и желтого тела яичника при различном характере течения беременности (60 дней гестации)

Показатели	Физиологическое течение беременности, n=9	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных, n=5	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, n=7
Диаметр полости рога плододоместилища, мм	92,4±5,8	71,9±4,2*	60,8±4,9***
Копчико-теменной размер, мм	60,5±3,4	35,4±2,1***	30,9±1,9***
Диаметр корпуса, мм	18,1±1,2	14,5±1,1*	12,7±0,8**
Размеры желтого тела яичника, мм	19,1±0,7	16,1±0,9*	14,5±1,1**

Примечания: * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$ – по сравнению с физиологическим течением беременности.

Заключение. У коров с синдромом задержки развития плода в 2 месяца беременности, впоследствии осложненным гестозом, установленные морфо-биохимические изменения свидетельствуют о нарушении у них белкового обмена, функционирования печени и почек, системы кровообращения, интенсивном накоплении продуктов ПОЛ, при снижении активности ферментативного и неферментативного звена АОЗ. Развитие синдрома задержки плода происходит на фоне нарушения трофики развивающегося зародыша, что клинически проявляется на ранних этапах беременности уменьшением полости рога плододоместилища на 22,2-34,2%, длины плода – на 41,5-48,9%, диаметра корпуса – на 19,9-28,9%, размеров желтого тела яичника – на 15,7-24,1%.

Conclusion. In cows with the fetal intrauterine growth retardation syndrome at 2 months of pregnancy, subsequently complicated by gestosis, the established morphobiochemical changes indicate disorders in the protein metabolism, functioning of the liver, kidneys and the circulatory system, an intensive accumulation of lipid peroxidation products, with a decrease in the activity of the enzymatic and non-enzymatic link of the AOD. The development of fetal intrauterine growth retardation syndrome occurs against the background of trophism disorders of the developing embryo. This at the early stages of pregnancy is clinically manifested by a decrease in the size of the uterine horn cavity by 22.2-34.2%, the length of the fetus – by 41.5-48.9%, the diameter of the body – by 19.9-28.9%, the size of the corpus luteum of the ovary – by 15.7-24.1%.

Список литературы. 1. Эмбриональная смертность у молочных коров и методы её профилактики / А.Г. Нежданов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. - № 2(3). – С. 98-101. 2. Interferon promotes luteal endothelial cell survival and inhibits specific luteolytic genes in bovine corpus luteum / R. Basavaraja [et al] // Reproduction. – 2017. – Vol. 154 (5). – P. 559–568. 3. Дюльгер, Г. П. Репродуктивные потери у коров в период плодonoшения / Г.П. Дюльгер // Ветеринария. Сельскохозяйственные животные. – 2012. – № 11. – С. 30–35. 4. Humblot, A. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing tregnenscies and sources of embryonic mortality in ruminants / A. Humblot // Theriogenology. – 2001. – Vol. 56. – P. 1417–1433. 5. Бутко, В. А. Клинико-эхографические маркеры диагностики нарушений раннего эмбриогенеза у коров / В. А. Бутко, Е. Г. Лозовая, В. И. Михайлов // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – № 2 (11). – С. 177–190. - DOI: 10.17238/issn2541-8203.2020.2.177. 6. Hansen, T. R. Paracrine and endocrine actions of interferon-tau (INFT) / T. R. Hansen, L.D.P. Sinedino, T. E. Spenser // Reproduction. – 2017. – Vol. 154(5). – P. 45-49. - doi: 10.1530/REP-17-0315. 7. Брехов, Т. П. Адаптивные изменения гормонального статуса молочных коров в динамике беременности / Т. П. Брехов // Современные проблемы ветеринарного обеспечения репродуктивного здоровья животных : материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж : Истоки, 2009. – С. 87–89. 8. Сафонов, В. А. Гемоморфологические сдвиги у коров в разные периоды репродукции / В. А. Сафонов // Вестник РАСХН. – 2008. – № 5. – С. 64–67. 9. Проблема гестоза у беременных животных в молочном скотоводстве и свиноводстве / В. Д. Мисайлов [и др.] // Российский ветеринарный журнал. – 2007. – Спец. выпуск. Май. – С. 13. 10. Клинико-гематологический и биохимический статус коров при гестозе / А.Г. Нежданов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 4. – С. 118–123.

References. Embrional'naya smertnost' u molochnyh korov i metody eyo profilaktiki / A.G. Nezhdanov [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2018. - № 2(3). – S. 98-101. Interferon promotes luteol endothelial cell survival and inhibits specific luteolytic genes in bovine corpus luteum / R. Basavaraja [et al] // Reproduction. – 2017. – Vol. 154 (5). – P. 559–568. 3. Dyul'ger, G. P. Reprodukivnye poteri u korov v period plodonosheniyai / G.P. Dyul'ger // Veterinariya. Sel'skhozaystvennyye zhivotnye. – 2012. – № 11. – S. 30–35. 4. Humblot, A. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing tregnenscies and sources of embryonic mortality in ruminants / A. Humblot // Theriogenology. – 2001. – Vol. 56. – P. 1417–1433. 5. Butko, V.A. Kliniko-ekhograficheskie markery diagnostiki narusheniy rannego embrigeneza u korov / V.A. Butko, E.G. Lozovaya, V.I. Mi-

khalev // Veterinarnyy farmakologicheskiy vestnik. - 2020. - No. 2 (11). - P. 177-190. DOI: 10.17238/issn2541-8203.2020.2.177. 6. Hansen, T.R. Paracrine and endocrine actions of interferon-tau (INFT) / T.R. Hansen, L.D.P. Sinedino, T.E. Spenser // Reproduction. - 2017. - 154(5):45-49, doi: 10.1530/REP-17-0315. 7. Brekhov, T. P. Adaptivnye izmeneniya gormonal'nogo statusa molochnykh korov v dinamike beremennosti / T. P. Brekhov // Sovremennye problemy veterinarnogo obespecheniya reproduktivnogo zdorov'ya zhivotnykh : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. - Voronezh : Istoki, 2009. - S. 87-89. 8. Safonov, V. A. Gemomorfologicheskie sdvigi u korov v raznye periody reprodukcii / V. A. Safonov // Vestnik RASKHN. - 2008. - № 5. - S. 64-67. 9. Problema gestoza u beremennykh zhivotnykh v molochnom skotovodstve i svinovodstve / V. D. Misajlov [i dr.] // Rossijskiy veterinarnyj zhurnal. - 2007. - Spec. vypusk. Maj. - S. 13. 10. Kliniko-gematologicheskij i biohimicheskij status korov pri gestoze / A.G. Nezhdanov [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. - 2010. - № 4. - S. 118-123.

Поступила в редакцию 16.01.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-99-103

УДК 619:616-099:636.4

ДИНАМИКА МОЛЕКУЛ СРЕДНЕЙ МАССЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ СВИНОМАТОК В ПЕРИОД СУПОРОСНОСТИ

Сашнина Л.Ю. ORCID ID 000-0001-6477-6156, Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264,
Никоненко Г.В. ORCID ID 0000-0003-4983-7170, Ермолова Т.Г. ORCID ID 0000-0002-3695-8494

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

*В статье изучено содержание молекул средней массы в сыворотке крови свиноматок при длинах волн 238, 254, 266 и 280 нм и проведена оценка выраженности эндогенной интоксикации у свиноматок на разных сроках супоросности. Выявлена максимальная выраженность проявления физиологического эндотоксикоза на 38-40 сутки супоросности, сопровождающаяся повышением уровня молекул средней массы в сыворотке крови свиноматок, коэффициентов соотношения их фракций и индекса эндогенной интоксикации с последующим снижением степени интоксикации к 75-80 дню беременности. **Ключевые слова:** супоросные свиноматки, эндогенная интоксикация, молекулы средней массы.*

DYNAMICS OF MEDIUM-WEIGHT MOLECULES IN SOWS AT GESTATION PERIOD

Sashnina L.Yu., Vladimirova Yu.Yu., Nikonenko G.V., Ermolova T.G.

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

*The article demonstrates the material on studying the medium-weight molecules at wavelengths of 238, 254, 266, 280 nm, and the assessment of the endogenous intoxication severity in sows at different gestation periods. The maximum severity of the manifestation of physiological endotoxycosis on the days 38-40 of gestation was revealed, accompanied by an increase in the level of medium-weight molecules, the ratio of their fractions and the index of endogenous intoxication, followed by a decrease in the degree of intoxication by days 75-80 of gestation. **Keywords:** pregnant sows, endogenous intoxication, medium-weight molecules.*

Введение. Супоросность свиноматок является одним из сложных периодов, от которого во многом зависит успех воспроизводства. Отличительной особенностью его является повышенная активность эндокринных и метаболических процессов, обусловленная формированием новых органов и тканей, интенсивным развитием плода [1]. В период супоросности активизируются все виды обмена веществ, повышенную нагрузку испытывают в первую очередь дезинтоксикационные и выделительные системы, обуславливая развитие «физиологического эндотоксикоза» [2].

Эндогенная интоксикация выступает в качестве одного из детерминирующих факторов, вызывающих развитие функциональной недостаточности, в формирующейся биологической системе мат-зародыш-плод [3]. Физиологический эндотоксикоз длительное время может протекать скрыто, истощая при этом адаптивный потенциал организма матери и плода, что приводит к рождению маложизнеспособного или ослабленного потомства [4].

В основе патогенеза токсикоза у супоросных свиноматок, имеющего нежелательные последствия, лежит нарушение процесса адаптации к беременности. Признаки интоксикации у свиноматок в большинстве случаев регистрируются в период с 29 по 45 дни супоросности. Степень проявления аутоинтоксикации зависит от характера органной или системной недостаточности, а также от периода супоросности, при этом начальные признаки эндогенной интоксикации присутствуют уже на ранних сроках физиологической беременности.

Универсальным маркером эндогенной интоксикации, характерным для периода супоросности, являются среднемoleкулярные олигопептиды - молекулы средней массы (МСМ) с массой от 500 до

5000 дальтон, представляющие собой промежуточные и конечные продукты белкового и липидного обмена [4-6].

Определение концентрации МСМ в биологических средах организма является одним из наиболее информативных, прогностических и доступных способов оценки выраженности эндогенной интоксикации при многих патологических состояниях [7]. В спектре молекул средних масс выделяют катаболические и анаболические компоненты, выявляемые на разных диапазонах, поэтому диагностически более целесообразным считается анализ уровня МСМ при длинах волн (λ) 238, 254, 266 и 280 нм с последующим расчетом коэффициента ароматичности, коэффициента распределения, пептидно-нуклеотидного коэффициента и индекса эндогенной интоксикации [8].

Цель исследования - изучить уровень молекул средней массы в сыворотке крови и степень эндогенного токсикоза у свиноматок в период супоросности.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в промышленном свиноводческом комплексе на клинически здоровых свиноматках трехпородного скрещивания (крупная белая+ландрас+дюрк) 3-4 опороса.

Кровь для анализа показателей эндогенной интоксикации брали у свиноматок ($n=15$) за 5-7 дней до осеменения, на 38-40 и 75-80 сутки супоросности. Спектрофотометрически определяли концентрации молекул средней массы при длине волны (λ) 238, 254, 266 и 280 нм [9].

По полученным результатам дополнительно рассчитывали:

- коэффициент распределения $KP = \lambda_{280} / \lambda_{254}$;
- коэффициент ароматичности $KA = \lambda_{238} / \lambda_{280}$;
- пептидно-нуклеотидный коэффициент $ПНК = \lambda_{238} / \lambda_{254}$;
- индекс эндогенной интоксикации $ИЭИ = 1,013 \times (8 \times \lambda_{238} + 16 \times \lambda_{254} + 44 \times \lambda_{266}/3 + 64 \times \lambda_{280}/3)$ [9].

Полученные данные статистически обрабатывали с использованием программы «Statistica 10.0» (Stat Soft Inc., США) и «Microsoft Excel», оценку значимости различий средних арифметических - по критерию Стьюдента.

Результаты исследований.

Проведенными исследованиями у свиноматок выявлено достоверное увеличение концентраций молекул средней массы на 38-40 дни супоросности (таблица). Так, содержание нуклеотидной фракций МСМ λ_{238} , включающей белки-гистоны, продукты разрушения ДНК, увеличилось на 4,8%.

Таблица – Молекулы средней массы у холостых и супоросных свиноматок

Показатели	Сроки исследований		
	до осеменения	38-40 дни супоросности	75-80 дни супоросности
МСМ λ_{238} , у.е.	0,83±0,005	0,87±0,014*	0,82±0,005**
МСМ λ_{254} , у.е.	0,29±0,003	0,34±0,008***	0,29±0,004***
МСМ λ_{266} , у.е.	0,24±0,004	0,28±0,009**	0,22±0,004***
МСМ λ_{280} , у.е.	0,22±0,005	0,25±0,008**	0,19±0,004***
KP	0,74±0,013	0,75±0,006	0,64±0,006***
KA	3,88±0,09	3,43±0,059***	4,44±0,086***
ПНК	2,85±0,030	2,56±0,033***	2,84±0,033***
ИЭИ	19,71±0,238	22,24±0,572	18,63±0,230***

Примечания: * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$ по отношению к предыдущему периоду.

Уровень гидрофобных токсинов и продуктов неполного распада белков, составляющих токсическую фракцию молекул средней массы при λ_{254} , повысился на 17,2%. К молекулам средней массы этого диапазона кроме продуктов нарушенного белкового обмена, обладающих токсическим влиянием, относятся биологически активные вещества и соединения промежуточного белкового обмена (до 20%) [6].

Содержание ароматических нетоксических фракций МСМ λ_{280} и МСМ λ_{266} возросло на 13,6% на 16,7% соответственно. В норме ароматические аминокислоты декарбоксилируются в кишечнике под действием бактериальных декарбоксилаз с образованием биологически активных аминов, которые, попадая через воротную вену в печень, подвергаются окислительному дезаминированию. Одной из причин накопления этих аминов в крови может быть повышение функциональной нагрузки на печень у свиноматок в период супоросности [6].

Увеличение концентрации молекул средней массы в сыворотке крови у супоросных свиноматок, с одной стороны, свидетельствует об активации протеолиза сывороточных и тканевых белков, с другой стороны - о нарушении процессов детоксикации. Будучи молекулярными аналогами регуляторных

пептидов, среднемoleкулярные пептиды способны блокировать рецепторы клеточных мембран, снижать транспортные возможности альбумина и нарушать метаболические процессы в организме беременных животных [3].

Существенное повышение молекул средней массы, определяемых в диапазоне λ 266-282 нм, свидетельствует о преобладании в крови ароматических тирозин и триптофан-содержащих пептидов, и, как следствие, снижение на 11,6% коэффициента ароматичности, указывающего на преимущественную активацию процессов синтеза клеток и тканей [8].

Наряду с этим отмеченное увеличение молекул средней массы, регистрируемых на длине волны λ 254, привело к снижению пептидно-нуклеотидного коэффициента на 10,0%, что свидетельствует о накоплении в организме свиноматок продуктов метаболизма, обладающих токсическим влиянием (продукты неполного распада белков и гидрофобные токсины).

Полученные изменения соответствуют стадии накопления продуктов первичного аффекта (II стадия), которая развивается при декомпенсации защитных и регуляторных систем: выделительной, детоксикационной (микросомального окисления, конъюгации), моноклеарно-макрофагальной. При этом определение содержания молекул средней массы и продуктов извращенного функционирования (аутоантител, комплексов фибриногена и гепарина с тромбогенными белками, свободных радикалов, нестабильных гидроперекисей) в токсических высоких концентрациях приводит к дальнейшему развитию синдрома эндогенной интоксикации с соответствующим нарушением функциональной системы мать-плацента-плод [2].

Интенсификацию процессов аутоинтоксикации у свиноматок в фетальный период супоросности также подтверждает увеличение интегрального показателя – индекса эндогенной интоксикации (ИЭИ) на 12,8%.

Эндотоксикозы у свиноматок в период супоросности представляют серьезную проблему, так как способствуют развитию патологических изменений у поросят и рождению ослабленного потомства. Нарушение системы гомеостаза, процессов микроциркуляции и регуляции агрегатного состояния крови и лимфы, газообмена, функции иммунореактивной системы и других биологических барьеров, функциональной активности систем детоксикации и усиленный катаболизм белков приводят к накоплению в тканях и биологических жидкостях организма продуктов нарушенного метаболизма, избыток которых оказывает токсическое и мутагенное действие [2]. Отдельные компоненты молекул средней массы обладают широким спектром биологической активности: подавляют клеточный иммунитет, неспецифическую реактивность, эритропоэз, ингибируют ряд ферментов, в том числе антиоксидантной системы, угнетают процессы биосинтеза белка, вызывают состояние вторичной иммунодепрессии [5]. Проникая через плацентарный барьер, молекулы средней массы оказывают непосредственное токсическое влияние на плод и вызывают полиорганные нарушения разного характера. Токсическое влияние также могут оказывать накапливающиеся в нефизиологических концентрациях промежуточные и конечные продукты нормального и нарушенного обмена, что сказывается на функционировании всех систем и органов. При этом их повышенное содержание связывают как с усиленным образованием, так и со снижением выведения из организма [11].

С увеличением сроков супоросности на 75-80 сутки наблюдалось снижение в разной степени уровней катаболического и анаболического пула среднемoleкулярных пептидов. Концентрация нуклеарной фракции молекул средней массы, регистрируемой на волне λ 238, уменьшилась на 5,7%, токсических МСМ λ 254 – на 14,7%, ароматических МСМ λ 266 – на 21,4%, λ 282 – на 24,0% по отношению к аналогичным показателям предыдущего периода.

Изменения в составе фракций молекул средней массы отразились на значении коэффициентов их соотношений, так, коэффициент распределения стал ниже на 14,2% за счет значительного уменьшения МСМ λ 282, что указывало на усиление катаболических процессов, стимуляцию процессов перекисного окисления липидов и иммуногенеза. При этом увеличение коэффициента ароматичности на 29,3% свидетельствовало о влиянии на эндогенную интоксикацию продуктов неароматической природы.

Несмотря на снижение содержания фракций молекул средней массы, определяемых в диапазоне 220-255 нм, отмечено увеличение пептидно-нуклеотидного коэффициента на 10,9%, отражающего преобладание в сыворотке крови свиноматок нуклеарных продуктов (белков-гистонов, продуктов разрушения ДНК).

Уменьшение количества фракций молекул средней массы у свиноматок в более поздний период супоросности определило снижение степени эндогенной интоксикации ИЭИ на 16,3%, что может быть проявлением эффективной антиоксидантной защиты, связанной со способностью протеинов взаимодействовать в организме с радикальными соединениями [11]. В норме система мать-плод, в результате накопления недоокисленных продуктов метаболизма, пребывает в состоянии «физиологического эндотоксикоза» и функционального напряжения органов и систем. Любые неблагоприятные факторы, заболевания и осложнения у беременных, приводящие к гипоксии, способствуют повреждению мембран клеток, возрастанию содержания среднемoleкулярных пептидов [12].

Заключение. Проведенными исследованиями установлено повышение интенсивности белкового обмена, соотношения процессов анаболизма и катаболизма и способности обновления белковых тел в организме супоросных свиноматок на 38-40 дни супоросности. Достоверное увеличение уровней молекул средней массы в сыворотке крови свиноматок, определяемых на длине волны (λ) 238, 254, 266 и 280 нм, коэффициента ароматичности и индекса эндогенной интоксикации свидетельствует о снижении элиминации продуктов эндогенной интоксикации и накоплении продуктов пептидной природы в крови супоросных свиноматок. С увеличением сроков супоросности отмечалось уменьшение признаков эндотоксикоза, проявляющееся снижением уровня среднемолекулярных пептидов, коэффициента распределения и индекса эндогенной интоксикации. Определение концентрации молекул средней массы и коэффициентов их соотношений позволяет оценивать степень интоксикации организма с целью уточнения развития критических состояний в разные физиологические периоды.

Conclusion. The conducted studies have established an increase in the intensity of protein metabolism, the ratio of anabolism and catabolism processes, and the ability to renew protein bodies in the body of pregnant sows on days 38-40 of gestation. A significant increase in the levels of medium-weight molecules detected at a wavelength (λ) of 238, 254, 266 and 280 nm, the aromaticity coefficient and the index of endogenous intoxication indicates a decrease in the elimination of endogenous intoxication products, and the accumulation of peptide products in the blood of pregnant sows. With an increase in the length of gestation, there was a decrease in the endotoxiosis signs, manifested by a decrease in the level of medium-weight molecular peptides, the distribution coefficient and the index of endogenous intoxication. Detecting the concentration of medium-weight molecules and the coefficients of their ratios makes it possible to assess the degree of intoxication of the body in order to clarify the development of critical conditions in different physiological periods.

Список литературы. 1. Гимадеева Л. С. Биохимический и клинический статус супоросных свиноматок / Л. С. Гимадеева, И. В. Гусев, Р. А. Рыков, М. В. Покровская // Свиноводство. – 2013. – № 8. – С. 8–9. 2. Гриц, Е. С. Синдром эндогенной интоксикации при беременности (патогенетические механизмы и лабораторная диагностика) / Е. С. Гриц, В. Н. Сидоренко, А. Г. Давыдовский // Репродуктивное здоровье в Беларуси. – 2009. – № 4(4). – С. 37–51. 3. Метаболический статус коров при задержке внутриутробного развития эмбриона и плода / А. Г. Нежданов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51, № 2. – С. 230–237. - doi: 10.15389/agrobiology.2016.2.230rus.4. Маркеры эндогенной интоксикации глубокостельных коров как предикторы пневмонии у новорожденных телят / Е. А. Калаева [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – № 5. – С. 58–62. - doi: 10.31857/S2500-26272019558-62. 5. Влияние интерферонсодержащих препаратов на про- и антиоксидантный статус у новорожденных поросят / А. Г. Шахов [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58. – № 1. – С. 109–113. – DOI 10.52368/2078-0109-58-1-109-113. 6. Биохимический аспект рассмотрения роли молекул средней массы в организме / В. А. Никольская, Ю. Д. Данильченко, З. Н. Меметова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2013. – № 1 (65). – С. 139–145. 7. Показатели эндогенной интоксикации у свиноматок после применения "Триопина" для профилактики воспалительных процессов в репродуктивных органах / Ю. Н. Бригадиров [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – № 2(11). – С. 72–77. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2020.2.72. – EDN QDTAQS. 8. Черный, В. И. Нарушения иммунитета при критических состояниях: особенности диагностики. Продолжение. Начало в № 2 / В. И. Черный, А. Н. Нестеренко // Внутренняя медицина. – 2007. – № 4(4). – С. 1–23. 9. Черницкий А. Е. Модифицированный метод определения среднемолекулярных пептидов в биологических жидкостях / Черницкий А. Е., Сидельникова В. И., Рецкий М. И. // Ветеринария. – 2014. – № 4. – С. 56–58. 10. Гребнева, О. Л. Способ подсчета показателей веществ низкой и средней молекулярной массы плазмы крови / О. Л. Гребнева, Е. А. Ткачук, В. О. Чубейко // Клиническая лабораторная диагностика. – 2006. – № 6. – С. 17–19. 11. Никольская, В. А. Уровень молекул средней массы в сыворотке крови и ротовой жидкости у беременных в состоянии гиперинсулинизма и при гестационном сахарном диабете / В. А. Никольская, З. Н. Меметова // Ученые записки Тагурского государственного университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 132–137. 12. Алиева, Т. Д. Содержание средних молекулярных пептидов при антенатальной гибели плода / Т. Д. Алиева, Ф. П. Нишанова // Вестник АГИУВ. – 2011. – № 4. – С. 50–51.

References. 1. Gimadeeva L. S. Biohimicheskij i klinicheskij status suporosnyh svinomatok / L. S. Gimadeeva, I. V. Gusev, R. A. Rykov, M. V. Pokrovskaya // Svinovodstvo. – 2013. – № 8. – С. 8–9. 2. Gric, E. S. Sindrom endogennoj intoksikacii pri beremennosti (patogeneticheskie mekhanizmy i laboratornaya diagnostika) / E. S. Gric, V. N. Sidorenko, A. G. Davydovskij // Reproduktivnoe zdorov'e v Belarusi. – 2009. – № 4(4). – С. 37–51. 3. Metabolicheskij status korov pri zaderzhke vnutriutrobnogo razvitiya embriona i ploda / A. G. Nezhdanov [i dr.] // Sel'skhozajstvennaya biologiya. – 2016. – Т. 51, № 2. – С. 230–237. - doi: 10.15389/agrobiology.2016.2.230rus.4. Markery endogennoj intoksikacii glubokostel'nyh korov kak prediktory pnevmonii u novorozhdennyh telyat / E. A. Kalaeva [i dr.] // Rossijskaya sel'skhozajstvennaya nauka. – 2019. – № 5. – С. 58–62. - doi: 10.31857/S2500-26272019558-62. 5. Vliyanie interferonsoderzhashchih preparatov na pro- i antioksidantnyj status u novorozhdennyh porosyat / A. G. SHahov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2022. – Т. 58. – № 1. – С. 109–113. – DOI 10.52368/2078-0109-58-1-109-113. 6. Nikol'skaya, V. A. Biohimicheskij aspekt rassmotreniya roli molekul srednej massy v organizme / V. A. Nikol'skaya, YU.D. Danil'chenko, Z. N. Memetova // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo.

Biologiya. Himiya. – 2013. – № 1 (65). – С.139–145.7. Pokazateli endogennoj intoksikacii u svinomatok posle primeneniya "Triolina" dlya profilaktiki vospalitel'nyh processov v reproduktivnyh organah / YU. N. Brigadirov [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2020. – № 2(11). – С. 72–77. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2020.2.72. – EDN QDTAQS.8. Chernij, V. I. Narusheniya immuniteta pri kriticheskikh sostoyaniyah: osobennosti diagnostiki. Prodolzhenie. Nachalo v № 2 / V. I. Chernij, A. N. Nesterenko // Vnutrennyaya medicina. – 2007. – № 4(4). – С.1-23. 9. Chernickij A. E. Modificirovannyj metod opredeleniya srednemolekulyarnykh peptidov v biologicheskikh zhidkostyah / Chernickij A. E., Sidel'nikova V. I., Reckij M. I. // Veterinariya. – 2014. – № 4. – С. 56–58.10. Grebneva, O. L. Sposob podscheta pokazatelej veshchestv nizkoj i srednej molekulyarnoj massy plazmy krovi / O. L. Grebneva, E. A. Tkachuk, V. O. Chubejko // Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. – 2006. – № 6. – С. 17–19.11. Nikol'skaya, V. A. Uroven' molekul srednej massy v syvorotke krovi i rotovoj zhidkosti u beremennykh v sostoyanii giperinsulinizma i pri gestacionnom saharom diabete / V. A. Nikol'skaya, Z. N. Memetova // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, himiya». – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 132–137.12. Alieva, T. D. Soderzhanie srednih molekulyarnykh peptidov pri antenatal'noj gibeli ploda / T. D. Alieva, F. P. Nishanova // Vestnik AGIUV. – 2011. – № 4. – С. 50–51.

Поступила в редакцию 21.10.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-103-106

УДК 636.033:57.042.5

ПРИМЕНЕНИЕ ИММУНОТРОПНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

***Тюрин В.Г. ORCID ID 0000-0002-0153-9775, *Родионова Н.В. ORCID ID 0000-0001-5860-5668,
**Семенов В.Г. ORCID ID 0000-0002-0349-5825, **Никитин Д.А. ORCID ID 0000-0003-4765-8742,
**Гладких Л.П. ORCID ID 0000-0003-0843-4359, **Коваленко А.В. ORCID ID 0000-0002-9089-2481,
***Капитонова Е.А. ORCID ID 0000-0003-4307-8433**

*ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА им. К.И.Скрябина», г. Москва, Российская Федерация

**ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», г. Чебоксары, Российская Федерация

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

В условиях современного ведения свиноводства организм животного испытывает высокую физиологическую нагрузку. На животных постоянно действуют различные стресс-факторы, обусловленные особенностями технологии содержания. Ввиду невозможности в полной мере исключить действие стресс-факторов, важную роль в минимизации негативных последствий играет оптимизация условий содержания, а также повышение резистентности и способности организма животных к адаптации. Цель настоящей работы – реализация биопотенциала воспроизводительных качеств ремонтных свинок иммунокоррекцией организма препаратами «PigStim-V» и «PigStim-F». Для опыта из 30 поросят-сосунков (свинок) было сформировано 3 группы по 10 голов в каждой. Свинкам 1-й опытной группы трехкратно, на 15-е, 20-е и 25-е сутки жизни внутримышечно инъектировали иммуностропный препарат «PigStim-V» в дозе 1 мл на голову. Свинкам 2-й опытной группы по аналогичной схеме инъектировали иммуностропный препарат «PigStim-F». Свинкам контрольной группы инъектирование иммуностропных препаратов не осуществлялось. Осеменение свинок проводили в 4 половую охоту, при достижении возраста 7,5-8,0 месяцев и оптимальной живой массы. Было выявлено положительное влияние иммуностропных препаратов «PigStim-V» и «PigStim-F» на репродуктивные качества ремонтных свинок. У животных опытных групп отмечается более раннее наступление первой половой охоты, уменьшение возраста первого осеменения и повышение его эффективности. На фоне иммунокоррекции повысились показатели многоплодия, снизились показатели мертворожденности и частоты развития послеродовых заболеваний (ММА), увеличилась сохранность и интенсивность роста поросят, у свиноматок сократилась длительность периода от отъема до наступления следующей половой охоты. **Ключевые слова:** ремонтные свинки, иммуностропные препараты «PigStim-V» и «PigStim-F», многоплодие, синдром метрит-мастит-агалактия, сохранность, живая масса при отъеме, масса гнезда, период от отъема до осеменения.

USE OF IMMUNOTROPIC DRUGS IN REALIZATION OF REPRODUCTIVE POTENTIAL OF YOUNG STOCK PIGS

***Tyurin V.G., *Rodionova N.V., **Semenov V.G., **Nikitin D.A., **Gladkikh L.P.,
Kovalenko A.V., *Kapitonova E.A.**

*FSBEI of HE "Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology" –
MVA named after K.I. Skryabin, Moscow, Russian Federation

**FSBEI of HE "Chuvash State Agrarian University", Cheboksary, Russian Federation

***EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, Republic of Belarus

In the conditions of modern pig farming, the animal body experiences a high physiological load. Animals are constantly affected by various stress factors due to the peculiarities of the technology of maintenance. Since it is impossible to fully exclude the effect of stress factors, an important role in minimizing negative consequences is played by optimizing the conditions of housing, as well as increasing the resistance and ability of the animal organism to adapt. The pur-

pose of this work is to realize the biopotential of the reproductive qualities of replacement pigs by the immune correction of the animal body with PigStim-V and PigStim-F preparations. For the experiment, 30 suckling pigs (females) were formed into 3 groups of 10 animals each. The pigs of the 1st experimental group were injected intramuscularly the immunotropic preparation PigStim-V at a dose of 1 ml per head three times, on the 15th, 20th and 25th days of life. Pigs of the 2nd experimental group were injected the immunotropic preparation PigStim-F by the similar scheme. No immunotropic drugs were injected to pigs of the control group. Insemination of pigs was carried out in the 4th estrus, at the age of 7.5-8 months and at the optimal live weight. A positive effect of the immunotropic preparations PigStim-V and PigStim-F on the reproductive qualities of replacement pigs was revealed. In the experimental groups, an earlier start of estrus, a decrease in the age of the first insemination, and an increase in its effectiveness have been noticed. Against the background of immune correction, the rate of prolificacy increased, the stillbirth rate, and the index of incidence of postpartum diseases (MMA) decreased, the safety and growth rate increased; in sows, the period from weaning to the onset of the heat reduced. **Keywords:** pigs, replacement pigs, immunotropic drugs PigStim-V and PigStim-F, prolificacy, metritis-mastitis-agalactia syndrome, safety rate, live weight at weaning, litter weight, the period from weaning to insemination.

Введение. Показатели воспроизводительной продуктивности ремонтного молодняка свиней во многом зависят от резистентности и иммунобиологической реактивности организма, на которые в значительной мере влияют неблагоприятные факторы среды обитания. В условиях современного ведения свиноводства организм животного испытывает высокую физиологическую нагрузку [1, 5, 7]. На животных постоянно действуют различные стресс-факторы, обусловленные особенностями технологии содержания [2, 3]. Такие неотъемлемые процессы функционирования свиноводческих комплексов, как отъем, перегруппировки, проведение диагностических и профилактических мероприятий, являясь сильными стресс-факторами, ведут к напряженности метаболических процессов, ухудшению показателей резистентности и реактивности организма, что, в свою очередь, приводит к повышению заболеваемости и снижению показателей сохранности и продуктивности свиней, в том числе воспроизводительной. Ввиду невозможности в полной мере исключить действие стресс-факторов важную роль в минимизации негативных последствий играет оптимизация условий содержания, а также повышение резистентности и способности организма животных к адаптации [4, 6, 8].

Современный ветеринарный фармацевтический рынок предлагает большое количество различного рода средств, направленных на повышение резистентности организма, однако эффективность их применения не всегда высока и экономически обоснована. Поэтому разработка и внедрение в производство новых средств, позволяющих эффективно и безопасно повысить резистентность и адаптационные возможности организма свиней, является перспективным направлением интенсификации отрасли свиноводства.

Материалы и методы исследований. Цель настоящей работы – реализация биопотенциала воспроизводительных качеств ремонтных свинок иммунокоррекцией организма препаратами «PigStim-V» и «PigStim-F».

Объектами исследования служили 30 поросят-сосунов (свинок). Животных разделили на 3 группы (контрольная, 1-я и 2-я опытная), по 10 голов в каждой. Свинкам 1-й опытной группы трехкратно (на 15-е, 20-е и 25-е сутки жизни) внутримышечно инъецировали иммуностимулирующий препарат «PigStim-V» в дозе 1 мл на голову. Свинкам 2-й опытной группы по аналогичной схеме инъецировали иммуностимулирующий препарат «PigStim-F». Свинкам контрольной группы инъецирование иммуностимулирующих препаратов не осуществлялось. Осеменение свинок проводили в 4 половую охоту, при достижении возраста 7,5-8,0 месяцев и оптимальной живой массы. Первое осеменение в указанные сроки позволяет получить более высокие показатели оплодотворяемости, многоплодия и крупноплодности, что объясняется лучшим развитием органов репродуктивной системы, в том числе увеличением количества созревающих фолликулов.

В отдаленные сроки производственного использования у свинок контрольной и опытных групп оценивали воспроизводительную продуктивность по следующим показателям: возраст проявления первой и последующих феноменов охоты, возраст и плодотворность первого осеменения, многоплодие, количество мертворожденных поросят, частота проявления послеродовых осложнений и эффективность их лечения, сохранность поросят и их живая масса при отъеме в возрасте 25 суток, а также продолжительность периода от отъема до последующего осеменения.

Исследование было проведено с использованием клинико-физиологических и зоотехнических методов научного исследования. У животных фиксировали изменение поведенческих рефлексов, аппетита, общего физиологического состояния, а также измеряли температуру тела, частоту пульса и дыхания общепринятыми в ветеринарии методами. Длительность периода от отъема до осеменения, плодотворность осеменения, многоплодие, количество отнятых поросят от 1 свиноматки и другие показатели репродуктивных качеств свиноматок анализировали по данным отчетности. Плодотворность осеменения – путем диагностики супоросности с 20-го дня после осеменения с использованием ветеринарного УЗИ-сканера.

Препараты серии «PigStim» – разработки ученых Чувашского государственного аграрного университета, предназначены для повышения неспецифической резистентности организма животных.

Результаты исследований. Показатели воспроизводительной продуктивности свиней на фоне

применения иммуностропных препаратов «PigStim-V» и «PigStim-F» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Репродуктивные качества ремонтных свинок (n=10)

Показатель	Группа животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Возраст проявления признаков 1-й охоты, сут.	175,8±0,86	171,6±0,93**	170,4±0,93***
Возраст проявления признаков 2-й охоты, сут.	197,2±1,02	192,8±0,8***	191,6±0,81***
Возраст проявления признаков 3-й охоты, сут.	218,0±0,89	214,0±0,71***	212,2±0,58***
Возраст первого осеменения (4-я охота), сут.	239,0±0,89	235,0±0,71***	233,2±0,58***
Плодотворность 1-го осеменения, %	80,0	90,0	100,0
Повторное осеменение, %	20,0	10,0	–
Опоросилось, гол./%	10/100	10/100	10/100
Многоплодие, гол.	11,8±0,37	12,6±0,4	13,0±0,32*
Кол-во мертворожденных, гол./гнездо	0,6±0,24	0,4±0,24*	0,4±0,24*
Диагностировано послеродовых заболеваний (ММА), гол.	4	2	2
Эффективность лечения послеродовых заболеваний, %/ гол.	75,0 / 3	100,0 / 2	100,0 / 2
Среднее количество отнятых поросят, гол./свиноматку	11,4±0,4	12,4±0,51	12,8±0,37*
Падеж до 25-сут. возраста, гол.	0,4±0,24	0,2±0,2*	0,2±0,2*
Падеж до 25-сут. возраста, %	3,39	1,59	1,54
Сохранность до 25-сут. возраста, %	96,61±0,4	98,41±0,51	98,46±0,37
Живая масса при отъеме (25 сут.), кг	7,68±0,09	7,8±0,09	7,78±0,11
Масса гнезда при отъеме, кг	87,55±2,4	96,72±2,91*	99,58±1,76**
Период от отъема до осеменения, сут.	4,6±0,24	4,2±0,2*	4,4±0,24*

Примечания: * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$.

В течение опыта у животных всех 3 подопытных групп своевременно, в установленные сроки проявились признаки полового созревания, и они были осеменены в четвертую половую охоту. Однако следует отметить, что среди свинок контрольной и опытных групп были выявлены достоверные различия по показателям воспроизводительной продуктивности.

Свинки опытных групп быстрее достигли половой зрелости, чем свинки контрольной группы. Так, возраст проявления признаков первой половой охоты у животных контрольной группы в среднем составил 175,8±0,86 суток, что достоверно больше показателей 1-й и 2-й опытных групп на 4,2 и 5,4 суток соответственно. Закономерно раньше, на 4,0 и 5,8 суток соответственно, наступил оптимальный возраст первого осеменения свинок 1-й и 2-й опытных групп. При первом осеменении оплодотворились все свинки лишь во 2-й опытной группе, в 1-й опытной группе оплодотворились 9 из 10 животных, а в контрольной – 8 из 10, 2 свинки контрольной и 1 свинка 1-й опытной групп оплодотворились при повторном осеменении в 5-ю половую охоту.

На фоне иммунопрофилактики у свинок опытных групп были получены лучшие, в сравнении со свинками контрольной группы, показатели многоплодия. В 1-й опытной группе от каждой свиноматки было получено в среднем 12,6±0,4 поросят, а во 2-й опытной – 13,0±0,32, что на 0,8 и 1,2 голов, или на 6,78 и 10,17% больше, чем от свиноматок контрольной группы. Ниже оказался показатель мертворожденности у свиноматок 1-й и 2-й опытных групп, в среднем на 0,2 головы, или на 33,3%.

Немаловажным считаем выявленный факт снижения частоты диагностирования послеродовых осложнений у свиноматок опытных групп. Так, в контрольной группе было зарегистрировано 4 случая развития синдрома метрит-мастит-агалактия, течение заболевания у 1 свиноматки было тяжелым, терапия оказалась неэффективной, в связи с чем она была выбракована. В опытных группах заболело по 2 головы, а лечение было эффективно в 100% случаев.

Было отмечено положительное влияние иммунопрофилактики на показатели роста и сохранности поросят, полученных от свиноматок опытных групп. Сохранность поросят, полученных от свиноматок опытных групп, составила 98,41 и 98,46%, что на 1,8 и 1,85% больше аналогичного показателя в контрольной группе. В силу повышения показателей многоплодия свиноматок и сохранности молодняка, от животных контрольной группы в возрасте 25 суток было отнято поросят в среднем на 8,77%, или на 1,0 голову меньше в сравнении с 1-й опытной группой и на 12,28%, или на 1,4 голов – в сравнении со 2-й опытной группой.

Поросята опытных групп росли активнее контрольных сверстников и в возрасте 25 суток превосходили их по показателям живой массы в среднем на 0,12 кг, или на 1,56% и на 0,1 кг, или на 1,3% в первой и второй опытных группах соответственно. Закономерно больше была масса гнезда при отъеме у свинок 1-й и 2-й опытных групп соответственно на 9,17 кг, или на 10,47% и на 12,03 кг, или на 13,74%.

На фоне иммунопрофилактики длительность периода от отъема до наступления следующей половой охоты сократилась на 0,4 суток, или на 8,69% у свиноматок 1-й опытной группы, и на 0,2 суток, или на 4,35% у 2-й опытной группы.

Заключение. Трехкратное внутримышечное инъектирование иммуностропных препаратов

«PigStim-V» и «PigStim-F» в дозе 1 мл на голову на 15, 20 и 25 сутки жизни способствует реализации репродуктивных качеств ремонтных свинок. У животных опытных групп отмечается более раннее наступление первой половой охоты, уменьшение возраста первого осеменения и повышение его эффективности. На фоне иммунокоррекции повысились показатели многоплодия на 6,78 и 10,17% при применении PigStim-V и PigStim-F соответственно, показатели мертворожденности снизились в среднем на 33,3%, у свиноматок реже диагностировали послеродовые осложнения, а эффективность лечения при развитии заболеваний была выше. Сохранность поросят, полученных от свиноматок опытных групп, повысилась на 1,80 и 1,85%, а живая масса – на 1,56 и 1,30%. За счет повышения сохранности и живой массы поросят в значительной степени возросли показатели массы гнезда при отъеме на 9,17 и 12,03 кг. У свиноматок опытных групп было отмечено сокращение длительности периода от отъема до наступления следующей половой охоты на 8,9 и 4,35%.

Conclusion. A triple intramuscular injection of the immunotropic drugs PigStim-V and PigStim-F at a dose of 1 ml per head on the 15th, 20th and 25th day of age contributes to the realization of the reproductive qualities of replacement pigs. In the animals of the experimental groups an earlier onset of the first heat, a decrease in the age of the first insemination and an increase in its effectiveness was noticed. Against the background of the immune correction, the rate of prolificacy increased by 6.78 and 10.17% when using PigStim-V and PigStim-F drugs, respectively. The rate of stillbirth decreased by an average of 33.3%, postpartum complications were less often diagnosed in sows, and the effectiveness of treatment for the development of diseases was higher. The safety rate in piglets obtained from sows of the experimental groups increased by 1.80 and 1.85%, and the live weight – by 1.56 and 1.30%. Due to the increase in the safety rate and live weight of piglets, the litter weight indicators increased significantly when weaning by 9.17 and 12.03 kg. In the sows of the experimental groups, a reduction in the length of the period from weaning to the onset of the following estrus by 8.9 and 4.35% was observed.

Список литературы. 1. Гриценко, С. А. Влияние микроклимата в помещении для свиноматок на воспроизводительные качества животных / С. А. Гриценко, Е. Г. Подугольникова, А. С. Ульянов // БИО. – 2020. – № 2 (233). – С. 19–21. 2. Денисов, А. В. Этиологические особенности желудочно-кишечных болезней молодняка свиней в условиях промышленного комплекса / А. В. Денисов, А. А. Степанов // Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. – Майский, 2016. – № 1 (9). – С. 92–96. 3. Дронов, В. В. Анализ заболеваемости свиней, связанной с дефицитным кормлением, в хозяйствах Белгородской области / В. В. Дронов // Аграрная наука в начале XXI века: мат. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж, 2002. – С. 4–6. 4. Игнаткин, И. Ю. Системы вентиляции и влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней / И. Ю. Игнаткин, М. Г. Курячий // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 10 (17). – С. 16–34. 5. Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы: монография в 2-х частях / К. Амброжы-Дереговска [и др.]. – Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – Киров, 2020. – Ч. 2. – 430 с. 6. Определение микробиоценоза кишечного тракта животных в норме и при дисбактериозах: рекомендации / В.Н. Алешкевич [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 39 с. 7. Технология производства продукции животноводства: курс лекций: учебно-методическое пособие: в 2-х ч. / М.А. Глазкович [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – Ч. 1: Технология производства продукции скотоводства, свиноводства и птицеводства. – 240 с. 8. Взаимосвязь условий микроклимата с продуктивными качествами свиней / Д.Д. Чертков [и др.] // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4-1 (22). – С. 22–29.

References. 1. Gricenko, S. A. Vliyanie mikroklimata v pomeshchenii dlya svinomatok na vosпроизводительnye kachestva zhivotnyh / S. A. Gricenko, E. G. Podugol'nikova, A. S. Ul'yanov // BIO. – 2020. – № 2 (233). – S. 19–21. 2. Denisov, A. V. Etiologicheskie osobennosti zheludочно-kishechnyh boleznej molodnyaka svinej v usloviyah promyshlennogo kompleksa / A. V. Denisov, A. A. Stepanov // Innovacii v APK: Problemy i perspektivy. – Mayskij, 2016. – № 1 (9). – S. 92–96. 3. Dronov, V. V. Analiz zaboлеваemosti svinej, svyazannoj s deficitnym kormleniem, v hozyajstvax Belgorodskoj oblasti / V. V. Dronov // Agrarnaya nauka v nachale XXI veka: mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh i specialistov. – Voronezh, 2002. – S. 4–6. 4. Ignatkin, I. YU. Sistemy ventilyacii i vliyanie parametrov mikroklimata na produktivnost' svinej / I. YU. Ignatkin, M. G. Kuryachij // Vestnik NGIEI. – 2012. – № 10 (17). – S. 16–34. 5. Innovacionnoe razvitie agropromyshlennogo kompleksa kak faktor konkurentosposobnosti: problemy, tendencii, perspektivy: monografiya v 2-h chastyah / K. Ambrozhy-Deregovska [i dr.]. – Vyatskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. – Kirov, 2020. – CH. 2. – 430 s. 6. Opredelenie mikrobiocenoza kishechnogo trakta zhivotnyh v norme i pri disbakteriozah: rekomendacii / V.N. Aleshkevich [i dr.]. – Vitebsk: VGAVM, 2017. – 39 s. 7. Tekhnologiya proizvodstva produkcii zhivotnovodstva: kurs lekcij: uchebno-metodicheskoe posobie: v 2-h ch. / M.A. Glaskovich [i dr.]. – Gorki: BGSKHA, 2017. – CH. 1: Tekhnologiya proizvodstva produkcii skotovodstva, svinovodstva i pticevodstva. – 240 s. 8. Vzaimosvyaz' uslovij mikroklimata s produktivnymi kachestvami svinej / D.D. Chertkov [i dr.] // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 4-1 (22). – S. 22–29.

Поступила в редакцию 19.01.2023.

СОДЕРЖАНИЕ

Ветеринария

- 1. СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ЧЕРЕПА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МЕЛКИХ КОПЫТНЫХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

***Беляев Д.А., *Любченко Е.Н., *Короткова И.П.,* Камлия И.Л., *Жилин Р.А. *Капралов Д.В., *Кожушко А.А., **Красочко П.А.**

*ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Уссурийск, Российская Федерация
**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

4
- 2. ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНАХ ЯГНЯТ ПРИ СМЕШАННОЙ ИНВАЗИИ СТРОНГИЛОИДЕСОВ, СТРОНГИЛЯТ, ТРИХОЦЕФАЛУСОВ, ЭЙМЕРИЙ**

Журов Д.О., Корчик М.Ф., Раимов Н.Б., Горлова О.С.

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

9
- 3. СИСТЕМА ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ У КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ И БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ КОРОВ**

Зимников В.И.

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

14
- 4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ «РЕЛАКТ» И «ВЕТГИДРОН» ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ С ДИАРЕЙНЫМ СИНДРОМОМ**

Ковзов В.В.

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

18
- 5. СОСТОЯНИЕ ИММУНИТЕТА У КОРОВ ПРИ ПОСЛЕРОДОВОМ ЭНДОМЕТРИТЕ В ХОЗЯЙСТВАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

***Красочко П.А., **Капралов Д.В.**

*УО «Витебская ордена «Знака Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь
**ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Уссурийск, Российская Федерация

23
- 6. ЭКСПРЕСС–ДИАГНОСТИКА ГЕМОФИЛЕЗНОГО ПОЛИСЕРОЗИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ В РЕЖИМЕ «РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ»**

Красочко П.П., Красочко В.П., Гвоздев С.Н.

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

27
- 7. МИОТОНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛАПЧАТКИ ПРЯМОСТОЯЧЕЙ**

Миرونчик С.В., Бабаянц Н.В.

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

31
- 8. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА «МАСТОВЕТ» ПРИ ЛЕЧЕНИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ЯЗВОЙ ПАЛЬЦЕВ**

Руколь В.М., Макеев Е.В., Ховайло В.А.

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

35
- 9. ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ COVID-19 У ДОМАШНИХ ПИТОМЦЕВ**

Субботина И.А., Куприянов И.И.

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

38

10. **МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И НАДПОЧЕЧНИКОВ У ЕВРОПЕЙСКОЙ КОСУЛИ В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ** 42
Федотов Д.Н.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь
11. **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕРЕМЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ИНКУБАЦИИ НА МОРФОГЕНЕЗ ЖЕЛТОЧНОГО МЕШКА И РАЗВИТИЕ ЭМБРИОНОВ КУР ЯИЧНОГО КРОССА «ЛОМАНН БРАУН»** 47
Челнокова М.И., Сулейманов Ф.И., Челноков А.А., Корчемкин В.Н.
ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Великие Луки, Российская Федерация
12. **НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ ГУМОРАЛЬНАЯ И КЛЕТОЧНАЯ ЗАЩИТА В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ЦИКЛА У СВИНОМАТОК С ПОСЛЕРОДОВОЙ ПАТОЛОГИЕЙ** 51
*Шахов А.Г., *Сашнина Л.Ю., *Владимирова Ю.Ю., *Никоненко Г.В. О, **Елецкий А.В.
*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
**ООО «РУСМИТ», Воронежская область, Российская Федерация

Зоотехния

13. **НОВЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ АДсорбЕНТ В БРОЙЛЕРНОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ** 57
Капитонова Е.А., Павловец Е.С.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь
14. **АССОЦИАЦИЯ КОМПЛЕКСА ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ *DGAT1*, *GH*, *PRL* И *VLG* С ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ БЕЛОРУССКОЙ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ** 62
Михалюк А.Н., Танана Л.А.
УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь
15. **МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПЕРИОДОВ ЛАКТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНАХ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОРМА** 71
*Подрез В.Н., **Высочина Е.С., *Красочко П.А., *Карпеня М.М., *Красочко И.А., *Карпеня А.М.
*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь
**УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь
16. **ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНОМАТОК ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ СКРЕЩИВАНИИ** 75
Ятусевич В.П., Никитина И.А., Крюкова И.Н.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Биология

17. **ИССЛЕДОВАНИЕ МУТАГЕННЫХ СВОЙСТВ ПРЕПАРАТА «ДИОМАСТ-КРС» ПРИ МНОГОКРАТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ** 80
Грицюк В.А., Паршин П.А., Востроилова Г.А., Шапошников И.Т., Корчагина А.А., Хохлова Н.А., Шабанов Д.И.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
18. **НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЛЕКТИНОВ КОРМА ГЛЮКОЗАМИНОМ КАК СРЕДСТВО ПРОФИЛАКТИКИ ГАСТРОЭНТЕРИТОВ У ПОРОСЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ** 83
Добровольский С.А., Ковалёнок Ю.К.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

- 19. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКЗОКРИННОГО ОТДЕЛА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ЩЕНКОВ ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ В ЮВЕНИЛЬНЫЙ ПЕРИОД НА ТЕРРИТОРИИ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**
Ковалев К.Д.
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь

89
- 20. АНТИГЕННЫЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕСПИРАТОРНО-СИНЦИТИАЛЬНОГО ВИРУСА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**
Красочко П.П., Колесникович К.В.
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь

92
- 21. КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕРЕМЕННЫХ КОРОВ, ПРЕДРАСПОЛОЖЕННЫХ К РАЗВИТИЮ ГЕСТОЗА**
Михалёв В.И., Савченко Л.В., Сашнина Л.Ю., Моргунова В.И.
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

95
- 22. ДИНАМИКА МОЛЕКУЛ СРЕДНЕЙ МАССЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ СВИНОМАТОК В ПЕРИОД СУПОРОСНОСТИ**
Сашнина Л.Ю., Владимирова Ю.Ю., Никоненко Г.В., Ермолова Т.Г.
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

99
- 23. ПРИМЕНЕНИЕ ИММУНОТРОПНЫХ ПРЕПАРАТОВ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ**
***Тюрин В.Г., *Родионова Н.В., **Семенов В.Г., **Никитин Д.А., **Гладких Л.П., **Коваленко А.В., ***Капитонова Е.А.**
 *ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И.Скрябина», г. Москва, Российская Федерация
 **ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет», г. Чебоксары, Российская Федерация
 ***УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

103



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

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины является старейшим учебным заведением в Республике Беларусь, ведущим подготовку врачей ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарных врачей, провизоров ветеринарной медицины и зооинженеров.

Вуз представляет собой академический городок, расположенный в центре города на 17 гектарах земли, включающий в себя единый архитектурный комплекс учебных корпусов, клиник, научных лабораторий, библиотеки, студенческих общежитий, спортивного комплекса, Дома культуры, столовой и кафе, профилактория для оздоровления студентов. В составе академии 4 факультета: ветеринарной медицины; биотехнологический; повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса; международных связей, профориентации и довузовской подготовки. В ее структуру также входят Аграрный колледж УО ВГАВМ (п. Лужесно, Витебский район), филиалы в г. Речице Гомельской области и в г. Пинске Брестской области, первый в системе аграрного образования НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии (НИИ ПВМ и Б).

В настоящее время в академии обучается более 4 тысяч студентов, как из Республики Беларусь, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья. Учебный процесс обеспечивают 306 преподавателей. Среди них 165 кандидатов, 23 доктора наук и 21 профессор.

Помимо того, академия ведет подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации (кандидатов и докторов наук), переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов агропромышленного комплекса, преподавателей средних специальных сельскохозяйственных учебных заведений.

Научные изыскания и разработки выполняются учеными академии на базе Научно-исследовательского института прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии. В его состав входит 2 отдела: научно-исследовательских экспертиз (с лабораторией биотехнологии и лабораторией контроля качества кормов); научно-консультативный.

Располагая современной исследовательской базой, научно-исследовательский институт выполняет широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований, осуществляет анализ всех видов биологического материала и ветеринарных препаратов, кормов и кормовых добавок, что позволяет с помощью самых совре-

менных методов выполнять государственные тематики и заказы, а также на более высоком качественном уровне оказывать услуги предприятиям агропромышленного комплекса. Активное выполнение научных исследований позволило получить сертификат об аккредитации академии Национальной академией наук Беларуси и Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь в качестве научной организации. Для проведения данных исследований отдел научно-исследовательских экспертиз аккредитован в Национальной системе аккредитации в соответствии с требованиями стандарта СТБ ИСО/МЭК 17025.

Обладая большим интеллектуальным потенциалом, уникальной учебной и лабораторной базой, вуз готовит специалистов в соответствии с европейскими стандартами, является ведущим высшим учебным заведением в отрасли и имеет сертифицированную систему менеджмента качества, соответствующую требованиям ISO 9001 в национальной системе (СТБ ISO 9001 – 2015).

www.vsavm.by

210026, Республика Беларусь,
г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11, факс (0212) 48-17-65,

тел. 33-16-29 (факультет международных связей,
профориентации и довузовской подготовки);

33-16-17 (НИИ ПВМ и Б);

E-mail: pk_vgavm@vsavm.by.

Ответственный за выпуск А. И. Ятусевич
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 10.03.2023 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Печать ризографическая. Усл. п. л. 13,02. Уч.-изд. л. 12,20.
Тираж 53 экз. Заказ 2349.

Издатель и полиграфическое исполнение:
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.
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-82.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>

ISBN 2078-0109



9 772078 010007