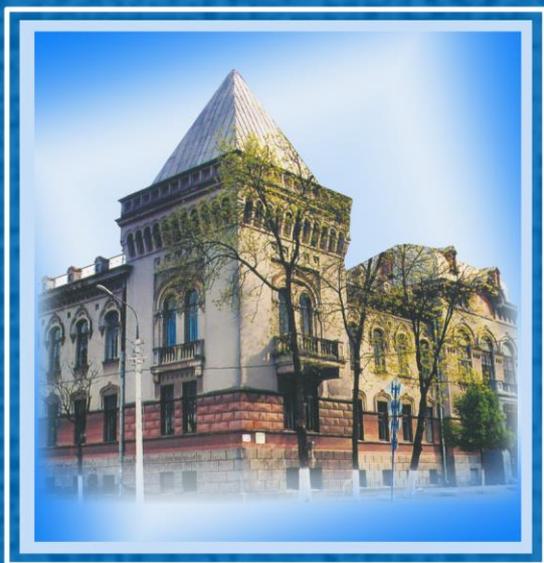


ISSN 2078-0109

# Ученые Записки



Том 56  
Выпуск 2  
2020 г.

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

Учредитель — Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины»

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

**Том 56, выпуск 2**  
(апрель – июнь) 2020 г.

**Редакционная коллегия:**

**Гаериченко Н.И.** – доктор сельскохозяйственных наук,  
доцент (главный редактор);

**Белко А.А.** – кандидат ветеринарных наук, доцент  
(зам. главного редактора);

**Горлова О.С.** – кандидат ветеринарных наук, ученый  
секретарь (ответственный секретарь);

**Бабина М.П.** – доктор ветеринарных наук, профессор;

**Герасимчик В.А.** – доктор ветеринарных наук, профессор;

**Головаха В.И.** – доктор ветеринарных наук, профессор;

**Громов И.Н.** – доктор ветеринарных наук, доцент;

**Дремач Г.Э.** – кандидат ветеринарных наук, доцент;

**Журба В.А.** – кандидат ветеринарных наук, доцент;

**Ковалёнок Ю.К.** – доктор ветеринарных наук, профессор;

**Красочко П.А.** – доктор ветеринарных и биологических  
наук, профессор;

**Кузьмич Р.Г.** – доктор ветеринарных наук, профессор;

**Кучинский М.П.** – доктор ветеринарных наук, профессор;

**Лисунова Л.И.** – доктор биологических наук, доцент;

**Лысенко А.П.** – доктор ветеринарных наук, профессор;

**Малашко В.В.** – доктор ветеринарных наук, профессор;

**Медведский В.А.** – доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор;

**Микулич А.В.** – доктор экономических наук, профессор;

**Мотузко Н.С.** – кандидат биологических наук, доцент;

**Павлова Т.В.** – кандидат биологических наук, доцент;

**Субботин А.М.** – доктор биологических наук, профессор;

**Токарев В.С.** – доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор;

**Холод В.М.** – доктор биологических наук, профессор;

**Ятусевич А.И.** – доктор ветеринарных наук, профессор,  
академик РАН;

**Ятусевич И.А.** – доктор ветеринарных наук, профессор.

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

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»

Статья, ее электронный вариант (в виде отдельного файла, названного по имени первого автора), рецензия (в бумажном и отсканированном электронном – **в формате pdf** вариантах) на статью, подписанная доктором наук или кандидатом наук по профилю публикации, выписка из заседания кафедры (отдела), экспертное заключение на статью представляются ответственному секретарю журнала в научный отдел УО ВГАВМ. 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**.

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**. Ниже через пробел **на русском языке** (размер букв 9 pt) **название статьи** прописными буквами (жирным шрифтом) по центру строки, без переноса слов. Ниже через пробел по центру строки (жирным шрифтом) – строчными буквами **фамилии и инициалы авторов** (желательно не более 5-ти). Ниже по центру строки – строчными буквами – **название учреждения, город, страна**. Ниже с абзацного отступа в 1,0 см светлым курсивом – **аннотация**. Далее, **ключевые слова** по содержанию статьи (от 5 до 10 слов).

Ниже через пробел **на английском языке** (размер букв 9 pt) **название статьи** прописными буквами (жирным шрифтом) по центру строки, без переноса слов. Ниже через пробел по центру строки (жирным шрифтом) – строчными буквами **фамилии и инициалы авторов** (желательно не более 5-ти). Ниже по центру строки – строчными буквами – **название учреждения, город, страна**. Ниже с абзацного отступа в 1,0 см светлым курсивом – **аннотация**. Далее, **ключевые слова** по содержанию статьи (от 5 до 10 слов).

Ниже с абзацного отступа в 1,0 см, размер букв 10 pt располагается текст статьи. Статья должна иметь следующие элементы, которые выделяются жирным: **введение; материалы и методы исследований; результаты исследований; заключение** (заключение должно быть завершено четко сформулированными выводами). Ниже через пробел (размер букв 9 pt) **литература** - жирным курсивом. *Список литературы должен быть оформлен по ГОСТу.*

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:**

УДК 576.895.122.597.2/5

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ  
ДИСПЕПСИИ У НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ**

**\*Иванова О.Г., \*\*Мирский С.Д.**

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

\*\*УО «Витебский государственный медицинский университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

*Применение энтероспорина в комплексной терапии больных диспепсией новорожденных телят способствует нормализации гематологических и биохимических показателей, ускоряет сроки выздоровления животных на 3-4 суток и повышает эффективность лечения. **Ключевые слова:** энтероспорин, диспепсия, телята, биохимические показатели, лечение.*

**APPLICATION OF COMPLEX THERAPY AT TREATMENT DYSPEPSIAS AT NEWBORN CALVES**

**\*Ivanova O.G., \*\*Mirsky S.D.**

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

\*\*Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

*Application of the enterosporin in a complex therapy at newborn calves dyspepsia promotes normalization of hematological and biochemical parameters, accelerates terms of recovery of the animals for 3-4 days and raises efficiency of the treatment. **Keywords:** enterosporin, dyspepsias, calves, biochemical parameters, treatment.*

**Введение.** Профилактика желудочно-кишечных болезней приобретает ...

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнена в отделе токсикологии...

**Результаты исследований.** Для изучения содержания микрофлоры в...

**Заключение.** Проведенными исследованиями установлено, что...

**Литература.** 1. Справочник по наиболее распространенным болезням крупного рогатого скота и свиней / П. А. Красочко [и др.]. – Смоленск, 2003. – 828 с. 2. Зелютков, Ю. Г. Инфекционные энтериты новорожденных телят : монография / Ю. Г. Зелютков. – Витебск : УО ВГАВМ, 2006. – 188 с. 3. Начатов, Н. Я. Применение методов патогенетической терапии при незаразных болезнях животных : пособие / Н. Я. Начатов, А. Г. Сизинцев. – Днепропетровск, 1987. – 288 с. ...

**E.mail:** Olga12@mail.ru. **Адрес:** 213257, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. Ленина, 7/65

УДК 636.2.053:612.326.3

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМОБИОЦЕНОЗА КИШЕЧНИКА  
У ТЕЛЯТ В ПЕРВЫЕ НЕДЕЛИ ЖИЗНИ**

**Вербицкий А.А., Велева Е.Р.**

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

*Микробиом кишечника представляет собой сложную экосистему, которая может саморегулироваться. Но для того, чтобы эта система работала и приносила положительный результат макроорганизму, необходимо, чтобы в первые недели жизни животного, когда идет формирование нормобиоценоза, были созданы условия и разработаны мероприятия для улучшения обеспечения этого процесса. **Ключевые слова:** микробиота кишечника, газовая хроматография – масс-спектрометрия, нормобиоценоз, дисбиотическое состояние, телята.*

**FEATURES OF THE FORMATION OF INTESTINAL NORMOBIOCENOSIS IN CALVES  
IN THE FIRST WEEKS OF LIFE**

**Verbitsky A.A., Veleva E.R.**

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

*Intestinal microbiome is a complex ecosystem that can be self-regulate. But for successfully working of this system and bringing a positive result to the macroorganism, it is necessary that in the first weeks of the animal's life, when the formation of normobiocenosis is underway, conditions are created and measures are developed to improve the support of this process. **Keywords:** intestinal microbiota, gas chromatography–mass spectrometry, normobiocenosis, dysbiotic state, calves.*

**Введение.** Серьезное внимание ветеринарных специалистов направлено на вопросы формирования кишечного нормобиоценоза животных и его структурно-функциональных изменений. Актуальность этих вопросов, без сомнений, определяется рядом негативных последствий из-за часто возникающих дисбиотических нарушений, что приводит к проблемам развития высокопродуктивного животноводства.

В первые минуты постнатального периода жизни организм животного попадает в среду, обильно обсемененную микроорганизмами различных видов, в результате чего происходит заселение ими макроорганизма. Пищеварительная система животного является связующим звеном, которое участвует в контакте организма с внешней средой, поэтому наиболее колонизированным является желудочно-кишечный тракт, в котором численность и видовое разнообразие микроорганизмов максимальны. Дальнейшие отношения между микроорганизмами и макроорганизмом могут складываться в нескольких направлениях, и это может быть симбиоз, комменсализм, паразитизм. Формирование колонизационной резистентности по отношению к патогенным микроорганизмам играет важную роль в дальнейшем росте и развитии растущего организма животного.

Очевидным и неоспоримым является тот факт, что микробиом кишечника играет ведущую роль в здоровом развитии организма животного, выполняя ряд жизненно важных функций (рисунок 1), которые можно систематизировать в четыре основные группы: защитную, пищеварительную, метаболическую и иммуномодулирующую.



**Рисунок 1 - Значение нормальной микрофлоры кишечника для организма животного**

Защитная функция обуславливается обеспечением колонизационной резистентности кишечника, что подразумевает создание благоприятных условий для стабильного развития нормальной микробиоты и избежания заселения патогенными микроорганизмами. Способность микробиоты кишечника продуцировать антагонистически активные вещества, такие как бактериоцины и другие бактериостатические метаболиты, позволяет составлять определенную конкуренцию условно-патогенным и патогенным микроорганизмам.

Важной функцией, несомненно, является участие микроорганизмов в пищеварении, которое осуществляется за счет синтеза ферментов. Так называемое симбионтное пищеварение обеспечивает регуляцию функций кишечника, утилизацию питательных субстратов, гидролиз белков, расщепление углеводов. Следует отметить, что некоторые вещества, поступающие с кормом, могут метаболизироваться исключительно кишечной микробиотой, например, неперавариваемые углеводы.

Метаболическая функция микробиоты кишечника заключается в участии во всех видах обмена веществ. Микроорганизмы, входящие в состав нормального микробиома кишечника, способны продуцировать различные биологически активные вещества. Это короткоцепочные жирные кислоты, прежде всего уксусная, пропионовая, масляная, участвующие в основном обмене веществ, регуляции рН кишечника, обладающие антимикробным действием, тем самым поддерживая микробное постоянство макроорганизма. Способность индигенной микрофлоры синтезировать витамины группы В (тиамин, рибофлавин, ниацин, пантенол, пиридоксин, фолиевую кислоту, цианокобаламин), витамин К, аминокислоты, а также участвовать в обмене микроэлементов, в детоксикации экзогенных и эндогенных субстратов и метаболитов подчеркивает значимость так называемого сотрудничества микроорганизмов с организмом животного.

Иммуномодуляция – одна из важнейших функций микробиоты. Она активизирует синтез неспецифических факторов защиты как гуморальных (лизозим, пропердин, комплемент), так и клеточных (фагоцитоз), стимулирует созревание лимфоидного аппарата, выработку IgA, продукцию цитокинов и интерферонов [1-5].

Состав микробиоты кишечника в первые недели жизни должен включать в себя примерно на 80-90% бактерии родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*. Однако добиться этого сложно, так как существует много факторов, влияющих на формирование видового разнообразия кишечного микробиома. К основным из них можно отнести состав микрофлоры родовых путей, санитарно-гигиенические условия содержания, своевременную выпойку молозива [1-5].

Целью исследований явилось определение состава микробиома кишечника телят в первые недели жизни для уточнения данных по формированию нормобиоценоза кишечника и возможности возникновения его нарушений.

**Материалы и методы исследований.** Исследованиям подвергались телята в первые часы после рождения, далее – на 7-й, 14-й, 21-й, 28-й дни. Этот период постнатального развития выбран на основании данных о том, что формирование нормобиоценоза кишечника заканчивается к 28-дневному возрасту.

Исследуемый биотоп – тонкий кишечник телят. Анализируемый материал – кровь, взятая методом «сухая капля». Под термином «сухая капля» подразумевается перенесенный на фильтровальную бумагу и затем высушенный образец крови. Этот метод очень удобен, так как прост в получении, не требует срочной дополнительной обработки, обеспечивает надежное хранение и удобную транспортировку проб.

Для проведения наших исследований был выбран количественный микробиологический анализ микробных маркеров методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ-МС). Данный метод обладает рядом критериев, которые позволяют считать результаты максимально точными и достоверными, а именно: одновременное определение десятков маркеров микроорганизмов в одном анализе; определение разных групп микроорганизмов: бактерий, грибов, вирусов; время одного анализа не более трех часов; высокая чувствительность; определение микроорганизма до вида. Сущность метода заключается в извлечении с помощью химической процедуры высших жирных кислот из исследуемого образца, их разделения на хроматографе и анализа состава на масс-спектрометре. Микробиологический анализ микробных маркеров методом ГХ-МС основывается на идентификации микроорганизмов по составу синтезируемых ими жирных кислот, для которых характерна родо- и видоспецифичность [6, 7].

**Результаты исследований.** Исследования методом ГХ-МС микробных маркеров тонкого кишечника, в крови показали, что уже при рождении кишечник телят имеет достаточно высокую и разнообразную по видовому составу бактериальную нагрузку. Это позволяет сделать вывод о том, что изначально микробиом кишечника начинает формироваться в момент внутриутробного развития и зависит от состава микрофлоры беременной коровы (нормоценоз или дисбиотическое состояние), а также функционального состояния плаценты. Далее, попадая в условия внешней среды, происходит наслоение микроорганизмами, которые можно разделить на резидентные и транзитные. Резидентные микроорганизмы составляют основу нормобиоценоза

кишечника и присутствуют в нем постоянно. Однако следует учитывать, что избыточное их количество может приводить к нежелательным последствиям. Транзиторные же микроорганизмы представлены условно-патогенными и патогенными микроорганизмами.

Была определена концентрация 58 микроорганизмов. Результаты приведены в таблице 1. Идентифицированы микроорганизмы родов *Actinomyces*, *Alcaligenes*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Eggerthella*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Nocardia*, *Propionibacterium*, *Pseudonocardia*, *Rhodococcus*, *Ruminococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, которые являются резидентными представителями микробиома кишечника, и их присутствие допустимо.

**Таблица 1 - Средние значения состава микробиома кишечника у телят в первые недели жизни**

Микроорганизмы	Возраст телят				
	до 1 часа, кл/г×10 <sup>5</sup>	7-й день, кл/г×10 <sup>5</sup>	14-й день, кл/г×10 <sup>5</sup>	21-й день, кл/г×10 <sup>5</sup>	28-й день, кл/г×10 <sup>5</sup>
<i>Actinomyces spp.</i>	0	1,8	0	0	0
<i>Actinomyces viscosus</i>	236,2	502,6	291,4	271,2	243,8
<i>Alcaligenes spp.</i>	60,2	105,4	43,6	81	101,4
<i>Bifidobacterium spp.</i>	70	527	339	487	268,4
<i>Clostridium coccooides</i>	195,4	110,8	35,8	43,2	35,6
<i>Clostridium perfringens</i>	0	0	3	0	60,4
<i>Clostridium propionicum</i>	12,8	234,6	67,4	234,4	209,8
<i>Clostridium ramosum</i>	676,4	1311,4	442,2	541,6	379
<i>Clostridium tetani</i>	0	2274	45,8	1369	233,6
<i>Corineform CDC-group XX</i>	0	9,6	0	6	0
<i>Eggerthella lenta</i>	203,2	333	329	662,8	573,4
<i>Eubacterium spp.</i>	1824,6	2489,6	1521	2494	1733,6
<i>Fuzobacterium/Haemophylus</i>	0	0	0	0	1,4
<i>Lactobacillus spp.</i>	1212,2	1592,6	1123	899,6	724,2
<i>Lactococcus spp.</i>	525,8	1178,2	733,4	871,6	743,6
<i>Nocardia asteroides</i>	147,2	216,8	281,4	281,4	127,4
<i>Prevotella spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>Propionibacterium acnes</i>	9,2	179	112,4	316,6	329,6
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	449,2	950	609,4	1585	1437,8
<i>Propionibacterium jensenii</i>	0	347	79,4	434	516,4
<i>Pseudonocardia spp.</i>	1,2	10,6	1,2	9,2	80,6
<i>Rhodococcus spp.</i>	152,4	112,4	79,8	123,2	80,6
<i>Ruminococcus spp.</i>	1046,2	2015,6	1384	1762	1022,2
<i>Staphylococcus</i>	837,6	1212,2	941,2	1101	967
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0	2,8	0	1,2	0
<i>Streptococcus mutans (анаэробн.)</i>	560,2	850,8	207,2	380,4	542,2
<i>Streptococcus spp.</i>	100,4	363,8	575,8	1076	1079,2
<i>Streptomyces spp.</i>	32,8	305,4	127	285,2	270,6
<i>Bacillus cereus</i>	0	0	0	0	0
<i>Bacteroides fragilis</i>	0	0	0	0	0
<i>Bacteroides hypermegas</i>	0	0	0	0	0
<i>Campylobacter mucosalis</i>	0	0	0	0	0
<i>Clostridium difficile</i>	627,8	283,4	472,4	0	0
<i>Clostridium hystoliticum</i>	0	0	0	0	0
<i>Enterococcus spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>Flavobacterium spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>Helicobacter pylori</i>	0	0	0	0	0
<i>Kingella spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>Acinetobacter spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>Peptostreptococcus anaerobius 17642</i>	0	0	0	0	0
<i>Peptostreptococcus anaerobius 18623</i>	0	80,2	0	0	0
<i>Porphyromanas spp.</i>	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 1

Микроорганизмы	Возраст телят				
	до 1 часа, кл/г×10 <sup>5</sup>	7-й день, кл/г×10 <sup>5</sup>	14-й день, кл/г×10 <sup>5</sup>	21-й день, кл/г×10 <sup>5</sup>	28-й день, кл/г×10 <sup>5</sup>
<i>Prevotella ruminicola</i>	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0
сем. <i>Enterobacteriaceae</i> ( <i>E. coli</i> и пр.)	0	0	0	0	0
<i>Candida spp.</i>	2674,8	2886,6	1503	1387	1117,2
<i>Aspergillus spp.</i>	29	28,2	1	8,6	5
<i>Micromycetes spp.</i> (кампестерол)	553,6	391,6	109,4	121,4	105,2
<i>Micromycetes spp.</i> (цитостерол)	534,2	352,8	104,6	12,6	31,2
<i>Herpes simplex</i>	1294,2	1381	218,2	463,4	335,2
Вирус Эпштейна-Барр	46,8	53,8	57,2	164	103,6
Цитомегаловирус	0	0	0	0	0
<i>Bacillus megaterium</i>	0	0	0	0	0
<i>Chlamidia trachomatis</i>	0	0	0	0	0
<i>Mycobacterium spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>Propionibacterium spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	0	0	0	0	0
<i>Streptomyces farmamarensis</i>	0	0	0	0	0

Однако, исходя из данных таблицы, отмечается высокая концентрация бактерий следующих родов. *Clostridium* - известно, что в случае избыточного роста клостридии вырабатывают сильные бактериальные экзотоксины, также ряд протеолитических ферментов, что приводит к локальному повреждению тканей. *Ruminococcus* расщепляют целлюлозу, в большом количестве заселяют рубец жвачных и толстую кишку, синтезируют небелковую часть гемоглобина - гем (комплексное соединение порфиринов с двухвалентным железом), который требуется организму для производства элементов крови. *Staphylococcus* вызывают множество заболеваний, среди которых гнойные инфекции, интоксикации, инфекции мочевых путей и маститы. *Streptococcus* могут являться причиной довольно большого количества опасных заболеваний: от кормовых отравлений до гнойных процессов практически в любой точке организма.

Из транзиторных микроорганизмов, наличие которых не предусматривается в нормобиоценозе кишечника, тем самым указывает на наличие патологического процесса, отмечается присутствие *Clostridium difficile*. Данный вид обладает способностью продуцировать экзотоксины, повреждающие кишечную стенку. В большом количестве в состав микробиома кишечника входят микроскопические грибы рода *Candida*. Это условный патоген, живущий на слизистых оболочках, выделяет токсины, которые ослабляют иммунную систему. Также обращает на себя внимание значительное количество вируса герпеса, который может активно действовать в составе микробно-вирусных ассоциаций.

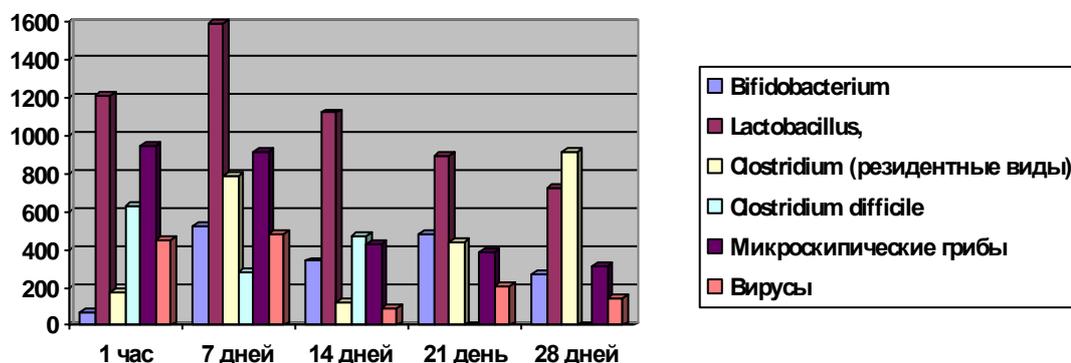


Рисунок 2 - Количественное изменение состава микробиоты кишечника в первые 4 недели постнатального периода

Анализируя изменение количественного состава микробиоты кишечника в течение первого месяца постнатального периода (рисунок 2), вырисовывается следующая картина. Количество бактерий рода *Bifidobacterium* увеличивается к концу первой недели и практически оста-

ся неизменным на 14-й и 21-й дни, а на 28-й день отмечается значительное снижение данных бактерий. Достаточно высокая концентрация микробных клеток отмечается у бактерий рода *Lactobacillus*: максимальная – на 7-й день, в последующем наблюдается снижение, но в целом остается высокой. Резидентные виды микроорганизмов рода *Clostridium* довольно в большой концентрации присутствуют в микробиоме кишечника телят, причем наблюдается их значительное увеличение в течение периода проведения исследований. А вот представитель транзитной микробиоты - *Clostridium difficile* снижает свое количество до нуля. Уменьшается также количество микроскопических грибов и вирусов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что к месячному возрасту у телят формируется микробиом кишечника, который включает в себя в большей степени резидентные микроорганизмы. Однако очевидным является факт, что самостоятельно добиться преимущественной концентрации бактерий родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* довольно сложно, что приводит к развитию нежелательно большого количества условно-патогенных, патогенных микроорганизмов, а также микроскопических грибов и вирусов.

**Заключение.** Формирование нормобиоценоза кишечника – сложный многоступенчатый процесс, который в условиях промышленного животноводства затруднен без тщательного контроля и проведения профилактических мероприятий. Важным является факт, что уже в период внутриутробного развития идет закладка «микробного фундамента», с которого и начнется формирование такой функционально значимой экосистемы, как микробиом кишечника. Эволюционно сложившаяся способность резидентной микробиоты к саморегулированию зависит от множества внешних факторов и не всегда может самостоятельно справляться с этой задачей. Поэтому необходима разработка и применение новых биологически активных препаратов природного и микробного происхождения, обладающих высокими терапевтическими и иммуностимулирующими свойствами, не снижающими качества продуктов животноводства. К таким препаратам нового поколения можно отнести метабиотики, полученные на основе метаболитов бактерий. Их применение с первых дней жизни животного будет способствовать увеличению бактерий родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, что будет положительно сказываться на состоянии нормобиоценоза кишечника.

**Литература.** 1. Арбузова, А. А. Этиологические аспекты возникновения желудочно-кишечных заболеваний телят раннего постнатального периода / А. А. Арбузова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – Казань, 2010. – Т. 200. – С. 11–18. 2. Урсова, Н. И. Формирование кишечного микробиоценоза: состояние проблемы / Н. И. Урсова // Вопросы современной педиатрии. – 2011. – Т. 10, № 4. – С. 62–69. 3. Формирование кишечного микробиоценоза у телят с синдромом гипотрофии в молочный период / А. Г. Шахов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – Т. 49, № 2. – С. 105–111. 4. Кишечная микробиота: современные представления / Е. М. Булатова [и др.] // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2009. – Т. 87, № 3. – С. 104–109. 5. Определитель бактерий Берджи : в 2 т. / Р. Беркли [и др.] ; под ред. Дж. Хоулта [и др.]. – 9-е изд. – Москва : Мир, 1997. – 2 т. 6. Осипов, Г. А. Хромато – масс-спектрометрический анализ микроорганизмов и их сообществ в клинических пробах при инфекциях и дисбиозах / Г. А. Осипов // Химический анализ в медицинской диагностике. – Москва : Наука, 2010. – С. 293–368. 7. Осипов Г. А. Клиническое значение исследование микроорганизмов слизистой оболочки кишечника культуральным, биохимическим и хромато-масс-спектрометрическим методами / Г. А. Осипов, А. И. Парфенов, Н. В. Верховцева // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2004. – № 5. – С. 27.

Поступила в редакцию 15.01.2020 г.

УДК 636.934.57:611.34

## ВЫЯВЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КИШЕЧНИКА У АМЕРИКАНСКИХ НОРОК РАЗНЫХ ГЕНОТИПИЧЕСКИХ ОКРАСОВ МЕТОДОМ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

Волосевич Д.П.

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

В статье рассмотрены особенности макро- и микроморфологии кишечника американской норки с учетом ее цветового типа: регал, сканблэк, сканбраун, сапфир, паломино или пастель. Среди полученных данных методом дискриминантного анализа выявлены определяющие морфометрические признаки кишечника, которыми явились показатели толщины слизистого слоя тощей, подвздошной и прямой кишок, мышечного слоя ободочной кишки, и показатели абсолютной длины тонкого кишечника. Наиболее отличающимся генотипом по совокупности признаков оказался сапфир. **Ключевые слова:** американская норка, кишечник, слизистая оболочка, мышечная оболочка, длина кишечника, дискриминантный анализ.

## IDENTIFICATION OF SIGNIFICANT INTESTINAL MORPHOLOGICAL FEATURES IN AMERICAN MINK OF DIFFERENT GENOTYPIC COLORS BY DISCRIMINANT ANALYSIS

**Volosevich D.P.**

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

*The article discusses the features of the macro- and micromorphology of the intestines of the American mink, taking into account its color type: regal, scanblack, scanbrown, sapphire, palomino or pastel. Among the data obtained, the method of discriminant analysis revealed determining morphometric features of the intestine which were indicators of the thickness of the mucous layer of the jejunum, ileum and rectum, the muscle layer of the colon, and absolute length of the small intestine. Sapphire turned out to be the most differing genotype in the totality of characters. **Keywords:** American mink, intestines, mucous membrane, muscle membrane, intestinal length, discriminant analysis.*

**Введение.** Известно, что морфология животных уже давно перестала быть чисто описательной наукой. Для характеристики любых органов как на макро-, так и на микробиологическом уровне широко используются цифровые величины. Такой подход позволяет дать наиболее полную характеристику органов и тканей, что необходимо при проведении большинства сравнительно-морфологических исследований, носящих фундаментальный и прикладной характер. Получаемые в процессе этих исследований морфометрические характеристики органов нуждаются в сравнении, для чего прибегают к статистическим методам анализа, которые, в зависимости от целей и задач исследований, состава выборок и закономерностей распределения анализируемых признаков, заметно отличаются друг от друга как в подходах математической обработки, так и по степени сложности [13].

Основным объектом наших исследований является клеточная американская норка. С точки зрения морфологии, данный биологический вид резко контрастирует с другими представителями отряда хищных, содержащихся в условиях неволи. Данная особенность во многом обусловлена его происхождением и амфибиотическим образом жизни в природе. Поэтому статистическая обработка полученных цифровых значений, при сопоставлении межвидовых различий, обычно требует использования лишь классического критерия достоверности Стьюдента и особых затруднений не вызывает [7, 9, 10].

Однако, поскольку американская норка, в первую очередь, разводится ради получения ценного меха, который подвержен ряду деструктивных изменений, задача, вставшая перед исследователями, заключается в раскрытии этиологических процессов, вызывающих поражения волосяного покрова [6, 8]. В связи с этим особый интерес вызывает система пищеварения, помимо всего прочего отвечающая за усвояемость питательных и биологически активных веществ, необходимых в том числе и для формирования волосяного покрова. При этом следует учесть, что в условиях одного звероводческого хозяйства содержится сразу несколько цветовых типов норок, отличающихся друг от друга не только по ряду хозяйственно полезных признаков, но и имеющих определенные морфологические особенности. Некоторые из этих особенностей могут играть существенную роль в предрасположенности к различным нарушениям гомеостаза организма [1, 11].

Проведенные нами сравнительно-морфологические исследования желудка и кишечника норок у шести генотипов показали, что данные органы, на разных уровнях своей организации, несут более или менее выраженные черты отличия. Для выявления значимости таких отличий при статистической обработке данных критерий Стьюдента для парных сравнений неэффективен и требует замены аналогами для множественных исследований, одним из которых является критерий Ньюмена-Кейсла. Его использование позволило нам выявить различия по отдельным признакам [2, 3, 4]. С практической же точки зрения, наиболее важным является получить данные о степени различия системы пищеварения у американских норок разных генотипов именно по нескольким признакам. Такую задачу помогает решить особый вид статистической обработки – дискриминантный анализ, который позволяет изучить различия между двумя и более группами объектов по нескольким переменным одновременно [5, 12, 13].

В связи с вышеизложенным, основной целью нашей работы явилось выявление особенностей морфологии кишечника у американских норок различных цветовых типов с применением дискриминантного анализа.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования явилась американская норка генотипов сканблэк, сканбраун, сапфир, паломино, пастель и регал в возрасте 8 месяцев. Количество животных в каждой группе составляло по 10 особей для макроморфологического и по 5 особей для микроморфологического исследований.

Материал для исследований – кишечника – был отобран во время планового убоя. Основными методами исследования явились анатомическое препарирование и описание, морфометрия, а также микроскопия по общепринятым методикам [2, 3, 4].

Статистическая обработка цифрового материала была проведена с использованием критерия Ньюмена-Кейлса, используемого для множественных сравнений, при помощи пакета Excel. Кроме того, был использован дискриминантный анализ с использованием программы Statistica 6.0.

**Результаты исследований.** В результате проведенных нами исследований было установлено, что кишечник американской норки разных генотипов несет как черты сходства, так и различия. Сходные черты относятся к общим принципам анатомического строения органов и их топографии. Принимая во внимание данные исследований других авторов, макроскопически мы выделили в нем двенадцатиперстную, тоще-подвздошную, ободочную и прямую кишки, которые у норки различных генотипов развиты неодинаково, что отражено в таблице 1. При этом микроскопически тощая и подвздошная кишка имеют отличия в виде разной длины ворсин и толщины мышечного слоя (таблица 2).

**Таблица 1 – Макроморфометрические показатели кишечника у американской норки разных генотипов**

Генотип / Показатель	Регал	Сканблэк	Паломино	Сапфир	Сканбраун	Пастель
Длина кишечника, см	159,00± 5,060**	161,00± 2,530**	77,83± 4,500*	117,00± 2,793**	110,67 ±1,807**	125,33± 3,416**
Длина тонкого кишечника, см	143,74± 1,051**	147,80± 5,258**	70,82± 3,456*	106,82± 6,185***	100,60± 4,926***	113,80± 5,567***
Длина толстого кишечника, см	15,26± 1,489	13,20± 1,803	7,01± 2,412	10,18± 3,286	10,07± 2,876	11,53± 3,826

Примечания: \* - достоверно по отношению к 5 генотипам, при  $P \leq 0,05$ ; \*\* - достоверно по отношению к 4 генотипам, при  $P \leq 0,05$ ; \*\*\* - достоверно по отношению к 3 генотипам, при  $P \leq 0,05$ .

Как видно из данных таблицы, генотип животного оказывает большое влияние на длину кишечника. Так, наименьший по длине кишечник характерен норкам паломино, у которых он соответственно в 2,04 и 2,07 раза короче, чем у особей окраса регал и сканблэк, имеющих самый длинный кишечник среди изучаемых генотипов.

По данным микроморфологического исследования заметно, что наибольшей толщиной характеризуется слизистая оболочка двенадцатиперстной либо тощей кишки, что определяется генотипом животного.

Интересно отметить, в двенадцатиперстной кишке максимальное значение исследуемого параметра отмечено у особей окраса регал, а минимальное – у сканблэк. В тощей кишке наблюдается иное распределение, при котором наименьшая толщина слизистого слоя характерна норкам регал, а наибольшая, с разницей в 1,52 раза, у сапфир.

При движении в каудальном направлении заметна тенденция к утончению слизистого слоя, особенно выраженная в прямой кишке, где наименьший показатель свойственен пастелевым норкам, а наибольший – животным окраса сканбраун.

Изменение толщины мышечного слоя кишечника у американской норки не имеет какой-то определенной направленности и определяется только генотипом зверя. Так, максимальная его толщина отмечена у норок окрасов регал, сканблэк, паломино и сканбраун в подвздошной кишке. В то время как наименьшая толщина может находиться в любом участке кишечника, достигая своего минимума в прямой кишке у сапфира.

Из вышесказанного видно, что выявить наиболее существенные признаки, по которым отличаются группы животных, невозможно. В связи с этим мы обратились к дискриминантному анализу. На первом этапе его проведения мы выявили наиболее значимые признаки. Степень значимости признака определяется минимальным значением частной лямбды и минимальным значением толерантности (Toler.) или максимальным значением  $R^2=1-Toler.$ , где толерантность – коэффициент множественной корреляции данной переменной со всеми другими переменными модели; а  $R^2=1-Toler.$  – толерантность-мера избыточности переменной в модели [5, 12, 13].

$\lambda$ -Уилкса оценивает остаточную дискриминационную способность, под которой понимается способность различать группы, если исключить информацию, полученную с помощью ранее вычисленных функций. При этом частная лямбда (Partial.  $\lambda$ ) показывает отношение  $\lambda$ -Уилкса после добавления данной переменной к  $\lambda$ -Уилкса до ее добавления [5, 12, 13].

Таблица 2 – Микроморфометрические показатели кишечника у американской норки разных генотипов

Генотип Показатель	Регал	Сканблэк	Паломино	Сапфир	Сканбраун	Пастель
Толщина слизистого слоя, мкм						
Двенадцати-перстная кишка	1375,15±39,366***	766,41±21,693****	1062,00±197,166	963,69±57,848****	857,59±39,676****	1266,09±77,544****
Тошая кишка	1115,14±72,129****	1223,71±101,909****	1310,55±53,646****	1692,69±75,053*	1207,26±49,963****	1272,93±70,044****
Подвздошная кишка	622,91±33,165****	567,09±48,374****	510,79±39,075****	808,13±43,770**	585,05±30,513****	765,75±59,024**
Ободочная кишка	511,27±18,274	589,19±28,151	510,79±39,075	621,48±50,017****	482,25±22,981****	511,27±18,274
Прямая кишка	438,78±16,842**	200,43±30,176**	305,94±12,038****	338,77±39,455****	452,25±12,981**	157,52±17,331**
Толщина мышечного слоя, мкм						
Двенадцати-перстная кишка	331,78±38,825****	303,92±20,008****	333,68±24,584****	162,89±10,162**	137,53±8,375**	358,59±17,945****
Тошая кишка	153,19±14,137***	206,42±10,430***	155,98±11,013***	206,66±14,365***	139,2±8,352***	259,22±12,685*
Подвздошная кишка	247,21±19,335***	173,95±12,296****	149,69±12,567***	204,61±21,787****	138,3±7,751***	230,72±14,355****
Ободочная кишка	618,8±28,863****	790,45±28,297*	637,06±20,256****	182,14±17,087**	608,37±27,626****	245,92±13,009**
Прямая кишка	293,84±40,519****	222,01±14,073****	353,32±26,474**	125,14±7,311**	248,39±13,469****	137,45±17,282**

Примечания: \* – достоверно по отношению к 5 генотипам, при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – достоверно по отношению к 4 генотипам, при  $P \leq 0,05$ ; \*\*\* – достоверно по отношению к 3 генотипам, при  $P \leq 0,05$ ; \*\*\*\* – достоверно по отношению к 2 генотипам, при  $P \leq 0,05$ ; \*\*\*\*\* – достоверно по отношению к 1 генотипу, при  $P \leq 0,05$ .

Соответственно по совокупности признаков наиболее значимыми микроморфологическими признаками явились показатели толщины слизистой оболочки тощей, подвздошной и прямой кишок, а также толщина мышечной оболочки ободочной кишки, что отображено в таблице 3.

**Таблица 3 – Определение наиболее значимых микроморфологических признаков кишечника**

Признак	Величина	Partial. $\lambda$	Toler.	1-Toler.
Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки		0,102808	0,103090	0,896910
Слизистая оболочка тощей кишки		0,066879	0,051715	0,948285
Слизистая оболочка подвздошной кишки		0,046138	0,026396	0,973604
Слизистая оболочка ободочной кишки		0,417228	0,119210	0,880790
Слизистая оболочка прямой кишки		0,059133	0,037674	0,962326
Мышечная оболочка двенадцатиперстной кишки		0,362841	0,122816	0,877185
Мышечная оболочка тощей кишки		0,370504	0,166132	0,833868
Мышечная оболочка подвздошной кишки		0,431787	0,175383	0,824617
Мышечная оболочка ободочной кишки		0,025680	0,036900	0,963100
Мышечная оболочка прямой кишки		0,256487	0,126723	0,873277

На втором – данные были проанализированы с учетом квадрата расстояния Махаланобиса. Расстояние Махаланобиса оценивает действительное различие признаков в группе и представляет собой расстояние между проекциями центроидов сравниваемых групп на новую ось, построенную на основании дискриминантной функции, представляющей собой линейную комбинацию исходных признаков. Таким образом, чем больше расстояние Махаланобиса, тем более удалены группы друг от друга по сравниваемым признакам [5, 12, 13].

В ходе этого этапа были получены следующие данные. Наиболее удаленными группами явились сапфир и сканбраун по отношению к регал и пастель, а наиболее близкими – паломино к регал, сканблэк и пастель и сканбраун – к сканблэк (таблица 4).

**Таблица 4 – Показатели квадрата расстояния Махаланобиса при анализе толщины слизистой оболочки кишечника**

Генотип	Регал	Сканблэк	Паломино	Сапфир	Сканбраун	Пастель
Регал	0,0	78569,21	22907,97	187402,80	107415,90	21960,30
Сканблэк	78569,20	0,00	22392,39	71708,10	20883,20	66507,90
Паломино	22908,00	22392,39	0,00	99022,60	44064,10	27012,10
Сапфир	187402,80	71708,07	99022,59	0,00	34923,10	184362,30
Сканбраун	107415,90	20883,23	44064,05	34923,10	0,00	121295,50
Пастель	21960,30	66507,90	27012,14	184362,30	121295,50	0,00

Относительно показателя высоты мышечной оболочки разброс значений более однороден (таблица 5). Самые удаленные группы - сапфир и пастель. Наиболее близкими являются группы паломино по отношению к регал и сканблэк, а также регал по отношению к сканблэк.

**Таблица 5 – Показатели квадрата расстояния Махаланобиса при анализе толщины мышечной оболочки кишечника**

Генотип	Регал	Сканблэк	Паломино	Сапфир	Сканбраун	Пастель
Регал	0,00	6210,55	1502,78	36363,04	18698,11	29484,15
Сканблэк	6210,55	0,00	4216,79	49878,11	12628,18	49647,84
Паломино	1502,78	4216,79	0,00	42629,23	15885,83	38008,73
Сапфир	36363,04	49878,11	42629,23	0,00	33505,76	15996,29
Сканбраун	18698,11	12628,18	15885,83	33505,76	0,00	59624,91
Пастель	29484,15	49647,84	38008,73	15996,29	59624,91	0,00

Что касается макроморфологических показателей, то четко определить наиболее значимые признаки сложнее, но, как видно из таблицы 6, более определяющим признаком является абсолютная длина тонкого кишечника.

**Таблица 6 – Определение наиболее значимых макроморфологических признаков кишечника**

Признак \ Величина	Partial. $\lambda$	Toler.	1-Toler.
Абсолютная длина кишечника	0,289157	0,845920	0,154081
Абсолютная длина тонкого кишечника	0,338066	0,727784	0,272217
Абсолютная длина толстого кишечника	0,605696	0,778661	0,221339

Степень межгрупповой разницы определяется с помощью квадрата расстояния Махаланобиса (таблица 7), который показал, что наиболее отдаленными группами являются паломино по отношению к регал и сканблэк, а ближайшими – сапфир – к сканбраун и пастель.

**Таблица 7 – Показатели квадрата расстояния Махаланобиса при анализе показателей длины кишечника**

Генотип	Регал	Сканблэк	Паломино	Сапфир	Сканбраун	Пастель
Регал	0,00	7,51	6441,68	1724,13	2283,38	1108,16
Сканблэк	7,51	0,00	6771,94	1896,11	2482,19	1248,58
Паломино	6441,68	6771,94	0,00	1501,45	1054,74	2206,43
Сапфир	1724,13	1896,11	1501,45	0,00	39,47	67,89
Сканбраун	2283,38	2482,19	1054,74	39,47	0,00	210,14
Пастель	1108,16	1248,58	2206,43	67,89	210,14	0,00

**Заключение.** Таким образом, из проведенного нами исследования заметно, что отдельные морфометрические признаки имеют большее определяющее значение, чем другие, что обусловлено генотипической окраской животного.

Наиболее значимыми морфологическими признаками, определяющими межгрупповую разницу, оказались показатели толщины слизистой оболочки тощей, подвздошной и прямой кишок, мышечного слоя ободочной кишки и абсолютная длина тонкого кишечника.

Наиболее отличающимся генотипом по совокупности макроморфологических признаков является сапфир, а макроморфологических – паломино.

Самыми близкими группами американских норок по показателям толщины слизистой оболочки явились паломино – к регал, сканблэк и пастель; а также сканбраун – к сканблэк. В отношении мышечной оболочки – паломино – к регал и сканблэк, а кроме того, регал – к сканблэк. По признаку длины кишечника наиболее близкие группы – сапфир – к пастель и сканбраун.

**Литература.** 1. Бондаренко, С. П. Содержание норок / С. П. Бондаренко. – Москва : Сталкер, 2005. – 141 с. 2. Волосевич, Д. П. Макроморфологические особенности желудка американской норки разных генотипов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 4. – С. 161–164. 3. Волосевич, Д. П. Особенности макроморфологии кишечника американской норки различных генотипических окрасок / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Экология и животный мир. – 2019. – № 2. – С. 78–82. 4. Волосевич, Д. П. Особенности макроморфологии слизистой оболочки желудка у американской норки разных генотипов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 1 (10). – С. 19–22. 5. Дуброва, Т. А. Дискриминантный анализ в системе «STATISTICA»: учебное пособие / Т. А. Дуброва, А. Г. Бажин, Л. П. Бакуменко. – Москва : Московский гос. ун-т экономики, статистики и информатики, 2000. – 57 с. 6. Ревякин, И. М. Дефекты волосяного покрова норок / И. М. Ревякин, В. А. Герасимчик // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 22. – С. 74–77. 7. Ревякин, И. М. Морфофункциональная оценка мышц действующих на плечевой сустав у американской норки и домашней кошки в связи со способом хождения и образом жизни / И. М. Ревякин, М. С. Таканова // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2011. – Т. 47, № 1. – С. 289–293. 8. Ревякин, И. М. Особенности диагностики и этиологии стрижи волосяного покрова норок / И. М. Ревякин // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2015. – № 1. – С. 43–47. 9. Ревякин, И. М. Сравнительные морфофункциональные особенности плечевой кости и костей предплечья домашней кошки и американской норки / И. М. Ревякин, М. А. Хаткевич // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 1. – С. 46–

50. 10. Терновский, Д. В. Биология куницеобразных / Д. В. Терновский. – Новосибирск : Наука, 1977. – 279 с. 11. Трапезов, О. В. Регуляторные эффекты генов поведения и управления окрасочным формообразованием у американских норок (*Mustela vison Schreber, 1777*) / О. В. Трапезов // Вестник ВОГиС. – 2008. – № 1/2. – С. 63–83. 12. Тюрин, В. В. Дискриминантный анализ в биологии : монография / В. В. Тюрин, С. Н. Щеглов. – Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2015. – 126 с. 13. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж.-О. Ким [и др.] ; под общ. ред. И. С. Енюкова. – Москва : Финансы и статистика, 1989. – 215 с.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 619:616.98:578.822.2:636.5

## АССОЦИАТИВНЫЕ МИКОТОКСИКОЗЫ ПТИЦ: ПАТОМОРФОЛОГИЯ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Громов И.Н.

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

*В работе изучены патоморфологические изменения при спонтанных ассоциативных микотоксикозах у цыплят и кур. Полученные результаты представлены в виде патологоанатомических и гистологических диагнозов. Акцентировано внимание на ведущих (патогномоничных) признаках, имеющих важное значение при дифференциальной диагностике данной группы болезней. Рассмотрены варианты ассоциативного течения спонтанных полимикотоксикозов и инфекционных болезней вирусной и бактериальной этиологии. **Ключевые слова:** микотоксикозы, цыплята, куры, патологоанатомические изменения, гистологическое исследование.*

## ASSOCIATIVE MYCOTOXICOSIS OF AVIANS: PATOMORPHOLOGY, DIFFERENTIAL DIAGNOSIS

Gromov I.N.

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

*The pathomorphologic changes by spontaneous associative mycotoxicosis of chickens and hens are studied. The received results are presented in the form of pathoanatomical and histological diagnoses. The attention the leading (pathognomonic) signs having great value at differential diagnostics of yielded bunch of diseases is focused. Variants of associative flow spontaneous mycotoxicosis and infectious diseases of a viral and bacterial aetiology are surveyed. **Keywords:** mycotoxicosis, chickens, hens, pathological changes, histological examination.*

**Введение.** Известно, что микотоксины обладают широким спектром патогенности для организма птиц [1, 4, 7]. Токсины плесневых грибов проявляют канцерогенные, тератогенные, мутагенные, эмбриотоксические, нефротоксические, гепатотоксические, аллергенные, иммуносупрессивные и другие свойства. В основе механизма развития микотоксикозов лежит повреждение клеточных мембран, нарушение синтеза белка и нуклеиновых кислот и как следствие – возникновение аминокислотной недостаточности. Микотоксины нарушают фактически все известные функции организма со свойственной преимущественной избирательностью для различных групп токсинов, то есть они обладают полифункциональным действием [3]. Например, афлатоксины воздействуют преимущественно на печень, охратоксины – на почки, трихотецены – на кроветворную и нервную системы, зеараленон – на органы воспроизводства. В результате негативного действия микотоксинов снижается продуктивность и ухудшается качество мясной и яичной продукции. В случае длительного поедания кормов с невысокими уровнями контаминации микотоксинами возникают хронические микотоксикозы, единственным признаком которых зачастую является снижение продуктивности, отсутствие аппетита, угнетение, жажда, эксикоз. Проведенные исследования последних лет говорят о крайне редком поражении кормов одним видом грибов, содержащих один микотоксин [1, 6, 9, 10]. Как правило, в нем обнаруживают два-три и более микотоксинов, причем концентрация каждого в отдельности ниже установленной предельно допустимой нормы, но при синергизме у животных и птицы они могут изменять клинические симптомы, приводить к затруднению постановки диагноза, и соответственно создают трудности при проведении лечебно-профилактических мероприятий. Специфические клинические симптомы зависят от количества и дозы микотоксинов, времени их действия, полноценности кормления. Вместе с результатами лабораторных исследований они могут быть основой для постановки диагноза.

Токсины могут выступать в качестве пускового механизма в нарушении обмена веществ, при других болезнях инфекционной и незаразной этиологии [2, 3]. Микотоксины могут подавлять иммунные реакции за счет токсического действия на печень (афлатоксин В1), почки (охра-

токсин), вызывать атрофию органов иммунной системы (афлатоксин В<sub>1</sub>, охратоксин, Т-2 токсин), подавлять клеточный иммунитет (афлатоксин В<sub>1</sub>), что в результате приводит к повышенной восприимчивости к инфекциям. На фоне хронической микоинтоксикации происходит резкое угнетение иммунной реактивности организма птиц, наслоение различных инфекционных болезней, на которые в первую очередь и обращают внимание. Появление сложных ассоциаций этиологических факторов приводит к развитию патоморфоза [9], что значительно затрудняет патоморфологическую диагностику и постановку предположительного диагноза. При этом главный фактор, способствующий развитию патологического процесса, нередко остается незамеченным. В связи с этим актуальна задача разработки критериев ранней и точной патоморфологической диагностики данной группы болезней. Учитывая вышеизложенное, целью наших исследований явилось выявление ведущих патологоанатомических и гистологических изменений при остром и хроническом течении сочетанных микотоксикозов птиц.

**Материалы и методы исследований.** В качестве материала для исследований использовали трупы цыплят яичных кроссов и цыплят-бройлеров 1-5-дневного, 20-20-дневного и 30-35-дневного возраста, кур-несушек мясных и яичных кроссов 170-380-дневного возраста, поступившие в прозекторий кафедры патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ в 2014-2020 гг. Согласно анамнестическим данным, в хозяйствах наблюдались повышенная заболеваемость и падеж птиц с признаками поражения печени и почек. При вскрытии трупов цыплят и кур учитывали характер и тяжесть патоморфологических изменений, оформляли патологоанатомический диагноз. Для гистологического исследования отбирали кусочки печени, почек, миокарда, поджелудочной железы, головного мозга, стенки железистого желудка, 12-перстной, тощей, подвздошной, слепых и прямой кишок [8]. Полученный материал фиксировали в 10%-ном растворе формалина. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [5, 8]. 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». Депарафинированные срезы окрашивали гематоксилин–эозином и по Браше. Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70». Гистологическое исследование проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6» (Россия). Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программного обеспечения по вводу и предобработке изображения «ScopePhoto».

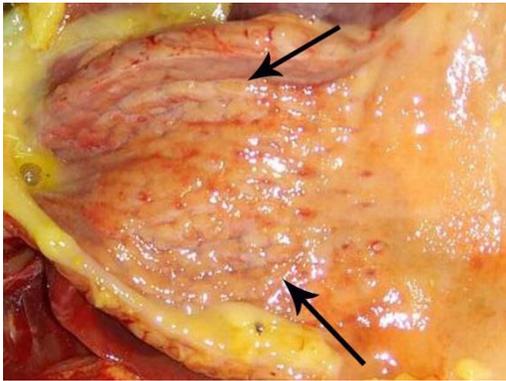
**Результаты исследований** показали, что острые спонтанные ассоциативные микотоксикозы характеризуются развитием воспалительных процессов в железистом и мышечном желудках, кишечнике, тяжелым поражением печени с преобладанием процессов альтерации, дистрофическими изменениями в поджелудочной железе, почках и миокарде. Болезнь возникает при поедании цыплятами корма, контаминированного микотоксинами в дозах, превышающих ПДК (предельно допустимые концентрации). Способствующие факторы: превышение в рационе белков животного происхождения, нарушение минерального и витаминного обменов. Болезнь может проявляться в любом возрасте, начиная с 4-5-дневного.

**Патологоанатомический диагноз:** 1. Острый катаральный, эрозивный провентрикулит (рисунок 1). Встречается относительно редко, только при тяжелых отравлениях. Слизистая оболочка железистого желудка набухшая, покрасневшая, покрыта серой слизью. Особенно гиперемизированы и выделяются на фоне слизистой оболочки выводные протоки желез желудка. В связи с этим этот процесс легко спутать с кровоизлияниями. Для дифференциации воспалительных процессов и кровоизлияний в железах желудка необходимо провести гистоисследование. 2. Эрозивно-язвенный кутикулит, вениткулит. 3. Острый катаральный дуоденит, еюнит, илеит, иногда тифлит. 4. Жировая дистрофия печени или острый альтеративный гепатит. Острое расширение желчного пузыря. 5. Острое расширение сердца, зернистая и жировая дистрофия миокарда. 6. Нефроз-нефрит, переполнение мочеточников и клоаки уратами. 7. Геморрагический диатез (при наличии в корме афлатоксина в дозах, превышающих ПДК). 8. Общая венозная гиперемия.

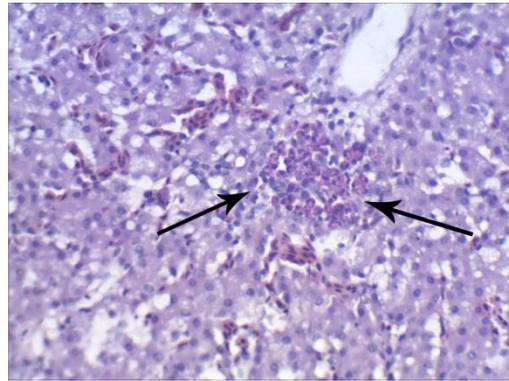
**Гистологический диагноз:** *железистый желудок* – воспалительная гиперемия сосудов стромы желез, серозный воспалительный отек; *мышечный желудок* – некроз и деструкция кутикулы, фибринозное воспаление эпителиального и собственного слоев слизистой оболочки, включая железистый аппарат; *печень* – тотальная мелко- и крупнокапельная жировая, вакуольная дистрофия, некроз и лизис гепатоцитов, повсеместные кровоизлияния или отложение гемосидерина (старые кровоизлияния), микротромбы синусоидных капилляров (ДВС-синдром), отсутствие или слабая лимфоидно-макрофагальная реакция, эозинофильная инфильтрация (рисунок 2); *поджелудочная железа* – некроз эпителия ацинусов; *почки* – крупнокапельная жировая

или вакуольная дистрофия эпителия мочеобразующих канальцев, белково-некротический нефроз, рисунки 3 и 4); *сердце* – вакуольная и крупнокапельная жировая дистрофия кардиомиоцитов; *кора полушарий большого мозга, мозжечок, продолговатый мозг* – вакуольная дистрофия нейроцитов (токсическая энцефалопатия), перичеселлюлярный и периваскулярный отек.

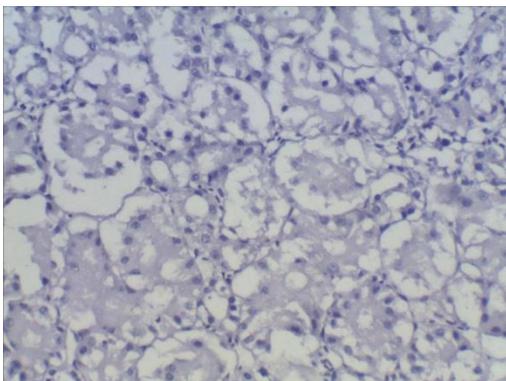
**Спонтанные хронические ассоциированные микотоксикозы** развиваются при длительном поступлении в организм небольших доз (ниже ПДК) нескольких микотоксинов одновременно (Т-2-токсин, деоксиниваленол, зеаролонен, фумонизины и афлатоксин). При таком заражении клиническая картина болезни имеет стертый характер. Специфические признаки варьируют от сочетания микотоксинов, от концентрации каждого из них, времени воздействия, уровня кормления и продуктивного направления. В комплексе с результатами лабораторных исследований они могут служить основанием для постановки диагноза.



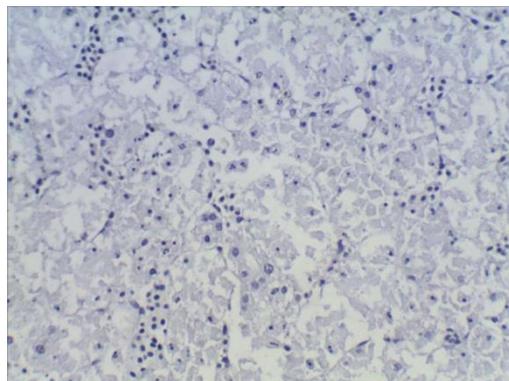
**Рисунок 1 – Макрофото. Острый эрозивный провентрикулит у 5-дневного цыпленка-бройлера**



**Рисунок 2 – Микрофото. Печень 8-дневного цыпленка-бройлера. Крупнокапельная жировая дистрофия гепатоцитов, эозинофильная инфильтрация (стрелки). Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480**



**Рисунок 3 – Микрофото. Крупнокапельная жировая дистрофия эпителия мочеобразующих канальцев почки 10-дневного цыпленка-бройлера. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480**



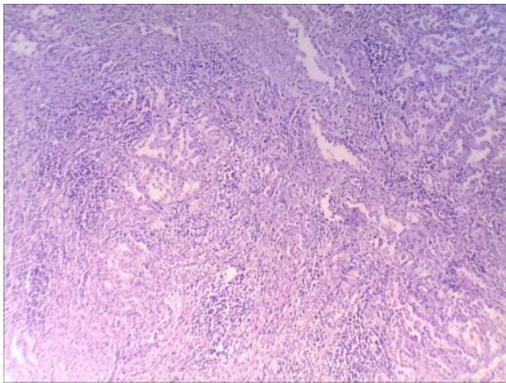
**Рисунок 4 – Микрофото. Белково-некротический нефроз у 15-дневного цыпленка-бройлера. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480**

*Патологоанатомический диагноз у цыпленка-бройлера:* 1. Сухой некроз кончика языка. 2. Подострый катаральный дуоденит, еунит (при гистологическом исследовании в 100% случаев отмечается разрастание соединительной ткани не только в слизистой оболочке тонкого кишечника, но и в железистом желудке). 3. Жировая дистрофия печени, усиление рисунка дольчатого строения (атрофический цирроз; в 100% случаев определяется гистологически), расширение желчного пузыря. 3. Вакуольная и жировая дистрофия почек (в 100% случаев определяется гистологически). 4. Зернистая и жировая дистрофия миокарда, концентрическая гипертрофия левого желудочка сердца (в 100% случаев определяется гистологически). 6. Общая венозная гиперемия (на фоне хронической сердечной недостаточности).

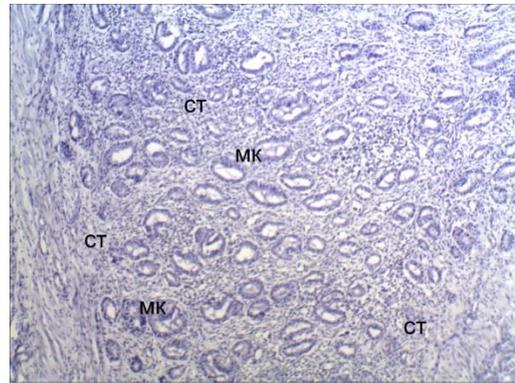
*Патологоанатомический диагноз у курицы-несушки:* 1. Сухой некроз кончика языка. 2. Подострый и хронический катаральный дуоденит, энтерит с утолщением и снижением эластичности стенки кишечника (гистологически – разрастание соединительной ткани в слизистой оболочке). 3. Жировая дистрофия печени, усиление рисунка дольчатого строения (атрофический цирроз – в 100% случаев определяется гистологически), расширение желчного пузыря. 4. Се-

розный отек, или склероз поджелудочной железы (в 100% случаев определяется гистологически). 5. Жировая дистрофия почек, или интерстициальный нефрит (почки резко увеличены в размере, саловидные, как при лимфолейкозе и болезни Марека; гистологически – разрастание соединительной ткани). 6. Жировая дистрофия миокарда, гипертрофия левого желудочка сердца, склероз миокарда (в 100% случаев определяется гистологически). 7. Общая венозная гиперемия (на почве хронической сердечной недостаточности).

*Гистологический диагноз: железистый желудок* – разрастание соединительной ткани в слизистой оболочке (продуктивный провентрикулит – рисунок 5); *12-перстная, тощая, подвздошная, слепые, прямая кишки* – разрастание соединительной ткани в слизистой оболочке (продуктивный энтерит, тифлит, проктит), выраженная эозинофильная инфильтрация; *печень* – мелко- и крупнокапельная жировая, вакуолярная дистрофия гепатоцитов, разрастание соединительной ткани между дольками в области триад (интерстициальный гепатит), диффузная и крупноочаговая эозинофильная инфильтрация; *поджелудочная железа* – разрастание соединительной ткани (интерстициальный панкреатит); *почки* – вакуолярная и крупнокапельная жировая дистрофия эпителия мочеобразующих канальцев, разрастание соединительной ткани (рисунок 6), атрофия канальцев, диффузная эозинофильная инфильтрация; *сердце* – вакуолярная и крупнокапельная жировая дистрофия кардиомиоцитов, разрастание соединительной ткани (интерстициальный миокардит), диффузная эозинофильная инфильтрация, склероз кровеносных сосудов; *концентрическая гипертрофия левого желудочка сердца; кора полушарий большого мозга, мозжечок, продолговатый мозг* – склероз кровеносных сосудов; *яйцевод, яичник (у кур-несушек)* - диффузная эозинофильная инфильтрация.



**Рисунок 5 – Микрофото. Продуктивный провентрикулит у 32-дневного цыпленка-бройлера. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 120**



**Рисунок 6 – Микрофото. Почка 35-дневного цыпленка-бройлера. Разрастание соединительной ткани (ст), атрофия мочеобразующих канальцев (мк). Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 120**

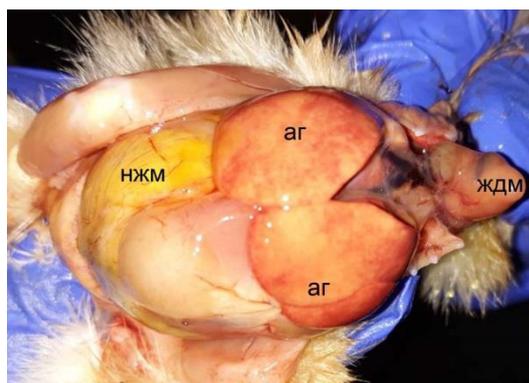
У цыплят мясных и яичных кроссов хронические спонтанные полимикотоксикозы могут осложняться инфекционными болезнями бактериальной и вирусной этиологии, протекающими как классически, так и в виде патоморфоза. При этом на фоне перечисленных выше процессов выявляются патогномичные для этих болезней структурные изменения: серозное воспаление передней гортани, лимфоидно-макрофагальная инфильтрация кожи в области подглазничных синусов, век, слизистой оболочки гортани, передней 1/3 трахеи, адвентициальной оболочки гортани и пищевода (*метапневмовирусная инфекция*); катарально-геморрагическое воспаление гортани и передней 1/3 трахеи, патологическая регенерация покровного эпителия с формированием синцития, появление внутриядерных оксифильных включений (*инфекционный ларинготрахеит*); катарально-фибринозный бронхит, лимфоидно-макрофагальная инфильтрация задней 1/3 трахеи, парабронхов, стромы почек (*инфекционный бронхит*); острый катаральный ларингит, кровоизлияния в слизистой и адвентициальной оболочках гортани, в слизистой оболочке слепки кишечника миндалин, прямой кишки (*парамиксовирусные инфекции*); серозно-геморрагический (у цыплят-бройлеров) или гнойно-фибринозный (у цыплят и ремонтного молодняка яичных кроссов) синусит, атрофия носовых раковин (у цыплят-бройлеров), серозный отек периларингеальной и перитрахеальной клетчатки (у цыплят и ремонтного молодняка яичных кроссов), выраженная псевдоэозинофильная кожа в области подглазничных синусов, век, слизистой оболочки гортани, передней 1/3 трахеи, адвентициальной оболочки гортани и пищевода (*геофилез*); серозно-фибринозный аэросаккулит (*респираторный микоплазмоз*); серозно-фибринозный полисерозит, септическая селезенка (*колисептицемия*); тотальная крупногеморрагическая пневмония, фибринозный плеврит (*пастереллез, орнитобактериоз*); абсцедирующая пневмония, гнойно-фибринозный плеврит у цыплят-бройлеров (респираторная кок-

ковая инфекция); атрофия и делимфатизация тимуса (*инфекционная анемия*; болеют, как правило, цыплята бройлеры, реже – цыплята яичных кроссов); серозно-геморрагический, фибринозный бурсит (или атрофия фабрициевой бursы – *инфекционная бурсальная болезнь*); катарально-геморрагический тифлит с метеоризмом и истончение стенки слепых кишок, атрофия ворсинок, патологическая регенерация покровного эпителия с появлением плоских клеток (*ротавирусная инфекция*); поверхностный некроз слизистой оболочки 12-перстной, тощей, подвздошной, слепых кишок, эмфизема слизистой оболочки (*некротический энтерит* у цыплят-бройлеров), катарально-геморрагический дуоденит, еунит, некроз головки бедренной кости у цыплят-бройлеров (энтерококковая инфекция).

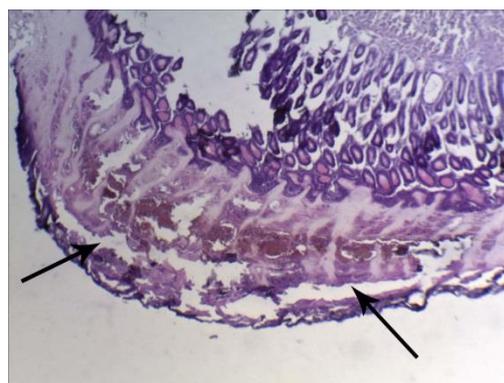
У кур-несушек хронические полимикотоксикозы чаще протекают в ассоциации с *метапневмовирусной инфекцией* (чаще яичные кроссы – серозный овариит с формированием «перетяжек» на яйцевых фолликулах), *гемофилезом* (чаще яичные кроссы), *инфекционным бронхитом* (чаще яичные кроссы – фибринозный сальпингит, кистоз яйцевода, бугристая скорлупа, водянистый белок), *синдромом снижения яйценоскости* (яичные кроссы – истончение и депигментация скорлупы), *респираторным микоплазмозом* («шапочка» на скорлупе), *пуллорозом* (некротический овариит, фибринозно-гнойный перитонит, фибринозный сальпингит), *пастереллезом, колисептициемией*.

У цыплят мясных и яичных кроссов в 1-4 дни после вылупления могут наблюдаться патоморфологические признаки **овариального полимикотоксикоза** (рисунок 7): 1. Нерассосавшийся и отечный желточный мешок. 2. Кровоизлияния под кутикулой мышечного желудка (могут обнаруживаться и у 18-21-дневных эмбрионов). 3. Общее недоразвитие (овариальная гипотрофия). 4. Вакуольная, жировая и токсическая дистрофия печени, расширение желчного пузыря. 5. Вакуольная и жировая дистрофия почек. 6. Зернистая и жировая дистрофия миокарда, острое расширение сердца. 7. Общая венозная гиперемия.

*Гистологический диагноз: железистый желудок* – наличие слущенного эпителия в просвете концевых отделов желез, поверхностный некроз слизистой оболочки с деструкцией эпителиального слоя, собственной пластинки и выводных протоков желез, кровоизлияния и пигментные пятна (старые кровоизлияния), лимфоидно-макрофагальная инфильтрация слизистой оболочки; *мышечный желудок* – некроз и деструкция кутикулы, отслоение ее от железистой основы, множественные подкутикулярные кровоизлияния (рисунок 8) и отложение солянокислого гематина на месте кровоизлияний, атрофия эпителия трубчатых желез, морфологические признаки нарушения секреции кутикулы; *печень* – тотальная вакуольная и крупнокапельная жировая дистрофия гепатоцитов; кровоизлияния, отложение гранул гемосидерина; *почки* – крупнокапельная жировая дистрофия эпителия мочеобразующих канальцев (или вакуольная дистрофия канальцев, белково-некротический нефроз); *сердце* – зернистая, крупнокапельная жировая дистрофия кардиомиоцитов, венозная гиперемия миокарда, выраженный серозный отек.



**Рисунок 7 – Микрофото. Признаки эмбрионального токсикоза у 1-дневного цыпленка-бройлера: альтеративный гепатит (аг), нерассосавшийся желточный мешок (нжм), жировая дистрофия миокарда (ждм)**



**Рисунок 4 – Микрофото. Мышечный желудок 1-дневного цыпленка-бройлера. Некроз и расслоение кутикулы, кровоизлияния. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 120**

**Заключение.** Таким образом, грамотное использование приемов патологоанатомической и гистологической диагностики острых и хронических сочетанных микотоксикозов позволяет в предельно короткие сроки поставить правильный предварительный диагноз, исключить осложняющие инфекционные и незаразные болезни, своевременно провести дополнительные лабораторные исследования (микотоксикологическое, серологическое, ПЦР), бактериологическое.

**Литература.** 1. Алараджи, Ф. С. К. Клинические и морфологические показатели цыплят, вакцинированных против ИББ на фоне экспериментального полимикотоксикоза и использования полифама / Ф. С. К. Алараджи // Эпизоотология, иммунологиология, фармакология и санитария. – 2016. – № 2. – С. 8–12. 2. Диагностика, лечение и профилактика иммунодефицитов птиц / Б. Я. Бирман [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Бизнесофсет, 2008. – 147 с. 3. Копылова, Е. Микотоксины : три линии защиты / Е. Копылова, С. Вербицкий // Животноводство России. – 2020. – № 1. – С. 23–26. 4. Кутищева, Т. Г. Сочетанные микотоксикозы кур в Краснодарском крае : автореф. дис. ... канд. вет. наук : 16.00.04 ; 16.00.03 / Т. Г. Кутищева ; Кубан. гос. аграр. ун-т. – Краснодар, 2005. – 22 с. 5. Микроскопическая техника : руководство / Д. С. Саркисов [и др.] ; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – М. : Медицина, 1996. – 544 с. 6. Мониторинг содержания микотоксинов в кормах / И. Н. Дубина [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2015. – Т. 51, вып. 1, ч. 1. – С. 37–41. 7. Нуралиев, Е. Р. Фузариотоксикозы в промышленном птицеводстве / Е. Р. Нуралиев // Ветеринария и кормление. – 2019. – № 3. – С. 16–18. 8. Отбор и фиксация патологического материала для гистологической диагностики болезней птиц : рекомендации / И. Н. Громов, В. С. Прудников, Н. О. Лазовская. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 24 с. 9. Патоморфологическая диагностика микотоксикозов птиц : рекомендации / И. Н. Громов [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2016 – 24 с. 10. Evaluation of using TERRARICH-ANTITOX on broiler performance during mycotoxicosis / F. S. Alaraji [et al.] // Вісник ЖНАЕУ. – Вип. 1(53), Т. 1. – С. 174–180.

Поступила в редакцию 22.04.2020 г.

УДК 612.466.22

## ОСОБЕННОСТИ ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕФРИТОВ ЖИВОТНЫХ

**Жуков А.И., Журов Д.О.**

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

*В работе освещены вопросы патоморфологического проявления нефритов животных, а также описана дифференциальная диагностика болезней данной группы. Установлено, что макроскопические изменения в почках при различных видах воспаления могут существенно не отличаться друг от друга. Однако в органе при каждой из форм нефритов происходят принципиально различные процессы, приводящие к развитию синдрома почечной недостаточности. **Ключевые слова:** нефриты, животные, почки, патоморфологические изменения, гистологическое исследование.*

## FEATURES OF PATHOMORPHOLOGICAL AND DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS OF ANIMAL NEPHRITIS

**Jukov A.I., Zhurov D.O.**

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

*The article presents the pathomorphological manifestations of animal nephritis, and also describes the differential diagnosis of diseases of this group. It was established that macroscopic changes in the kidneys with various types of nephritis may not differ significantly from each other. However, in the organ for each form of nephritis, fundamentally different processes occur, leading to the development of renal failure syndrome. **Keywords:** nephritis, animals, kidneys, pathomorphological changes, histological examination.*

**Введение.** При вскрытии трупов животных часто выявляются различные формы заболевания почек. Особенностью патологий данного органа является то, что они чаще протекают скрыто или в сочетании с другими заболеваниями, поэтому многие ветеринарные специалисты несвоевременно диагностируют их при жизни животных. Болезни почек регистрируются у животных различных видов независимо от их возраста, пола и эксплуатации. Среди заболеваний почек животных чаще встречаются нефриты.

Причины развития нефритов достаточно многообразны. Как первичное поражение они встречаются редко. Чаще они проявляются как инфекционно-токсический процесс, осложнения при инфекционных и гнойно-септических болезнях (ящур, лептоспироз, некробактериоз, мыт лошадей, чума плотоядных, задержания последа, вагинит, эндометрит, флегмоны, хирургический сепсис и др.). Причиной массового распространения болезней почек воспалительного характера у молодняка могут быть простудные факторы (длительное лежание на сырых бетонных полах без подстилки в неотапливаемых помещениях, сквозняки и др.). Способствуют возникновению заболевания интоксикация (кормовая, лекарственная, микотоксиновая), гиподинамия, избыточное введение в рацион поваренной соли, гиповитаминоз А и другие факторы, снижающие резистентность организма [5, 8]. В последние годы определенное значение отводится аллергическому состоянию организма, а также

наследственности. Особо восприимчивы к заболеванию животные с повышенной реактивностью (молодняк племенных пород крупного рогатого скота, лошадей астенического типа, декоративные породы кошек и собак), так как у них часто от переохлаждения нарушается рефлексорное кровообращение в почках. По данным некоторых авторов, примерно 57% всех заболеваний почек у животных приходится на долю нефритов [14-16].

Цель работы – установить и описать патоморфологические изменения в почках животных при нефритах, а также привести дифференциальную диагностику данной группы патологии.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнялась в условиях секционного зала кафедры патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ на трупах животных различных видов, доставленных из сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь для проведения вскрытия и установления причины гибели. При вскрытии трупов и описании органов пользовались общепринятыми в патологической анатомии схемами.

Для гистологического исследования отбирались кусочки почек, которые фиксировались в 10%-ном растворе формалина или 96%-ном растворе этилового спирта. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [7]. 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 [6]. Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70».

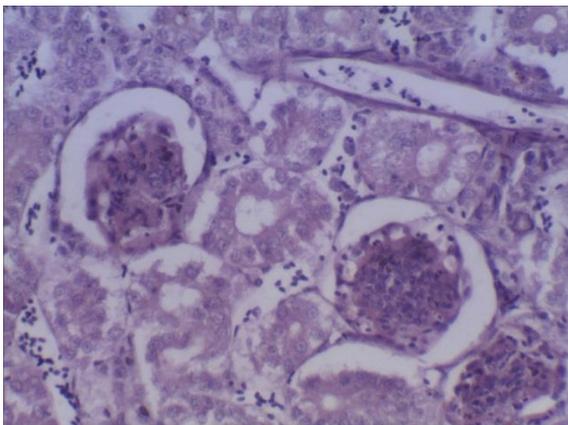
Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6». Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программного обеспечения по вводу и предобработке изображения «ScopePhoto». Фотографии макроскопических патологических процессов делали с помощью мобильного телефона (разрешением камеры 409 ррi) с последующей обработкой фотографий с применением компьютерных средств.

**Результаты исследований.** Анализируя результаты собственных исследований, а также многочисленные литературные данные [8, 9, 11, 13], можно выделить несколько форм нефритов:

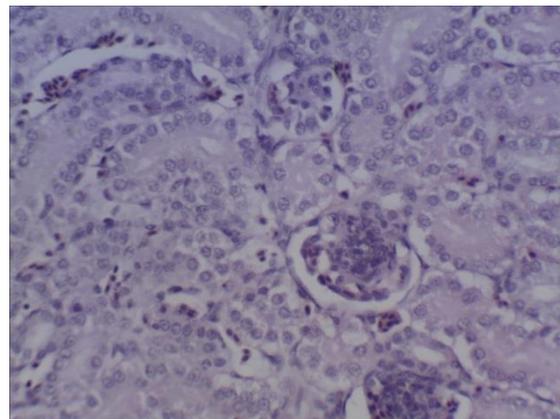
1. серозный
2. геморрагический
3. гнойный
  - восходящий (уриногенный)
  - нисходящий (метастатический, гематогенный, эмболический)
  - диссеминированный
4. смешанный (серозно-геморрагический гломерулонефрит)
5. интерстициальный
6. очаговый
7. диффузный

**Серозный гломерулонефрит** проявляется воспалительной гиперемией сосудистых сплетений клубочков, скоплением серозного экссудата в полостях капсул. Развивается при лептоспирозе, роже свиней, реакциях гиперчувствительности, подагре, уролитиазе, инфекционном бронхите кур (ИБК), инфекционной бурсальной болезни (ИББ) и др. [1, 10, 12]. Макроскопически почки увеличены в размере, форма не изменена, капсула напряжена, края капсулы не сходятся, цвет серо-коричневый, граница между корковым и мозговым слоями сглажена, поверхность разреза влажная, блестящая. В корковом веществе органа выявляются множественные очажки красного цвета величиной 1–2 мм, округлой формы, удаленные друг от друга на одинаковое расстояние [3].

Гистологически выявляется гиперемия кровеносных сосудов, скопление вокруг них серозного экссудата, лейкоцитов. Гломерулонефрит может сопровождаться серозно-воспалительным отеком интерстициальной ткани. Эпителий почечных канальцев находится в состоянии зернистой, вакуольной дистрофии и некроза, местами десквамирован. В полостях канальцев – белковая зернистость (рисунки 1-2).



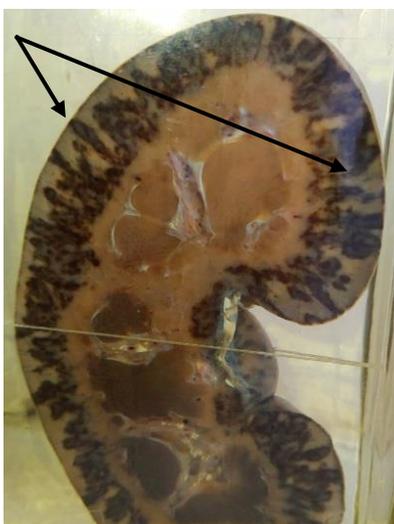
**Рисунок 1 – Серозный гломерулит и зернистая дистрофия клеток эпителия почки 35-суточного цыпленка при экспериментальном заражении вирусом ИББ. Микрофото. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: × 240**



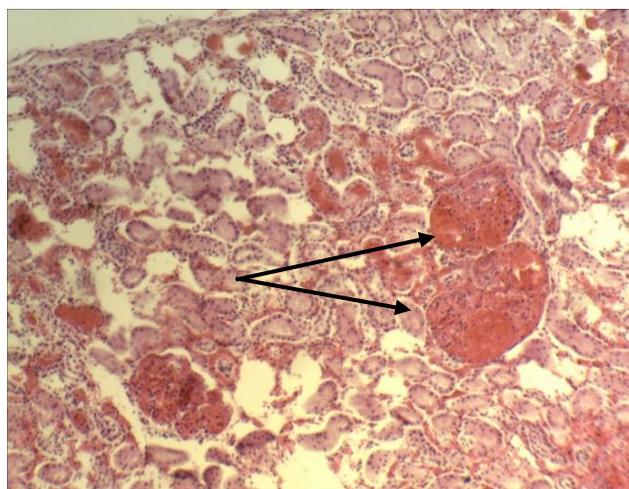
**Рисунок 2 – Почка здорового цыпленка 35-дневного возраста. Микрофото. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: × 240**

**Геморрагический гломерулонефрит** также выявляется при аллергических состояниях организма, а также при болезнях, сопровождающихся реакциями гиперчувствительности, например, при роже у свиней. При септической форме этой болезни почки увеличены в объеме, капсула напряжена, снимается легко, консистенция почки дряблая, цвет красно-коричневый, граница между корковым и мозговым веществом сглажена. С поверхности и на разрезе в корковом веществе выявляются множественные очажки величиной 1–2 мм, округлой формы, ярко-красного цвета, равномерно распределенные по поверхности разреза. Гистологически в сосудистых клубочках кроме воспалительной гиперемии капилляров выявляется скопление геморрагического экссудата, в полостях капсул скапливаются эритроциты (рисунки 3-4).

Отличать воспаленные клубочки нужно от кровоизлияний, которые имеют различную величину и форму, располагаются не настолько упорядоченно, могут обнаруживаться в мозговом и корковом веществе, иногда только под капсулой почки.



**Рисунок 3 – Геморрагический гломерулонефрит у свиньи. Макрофото**



**Рисунок 4 – Сосудистые клубочки в состоянии геморрагического воспаления. Микрофото. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: × 240**

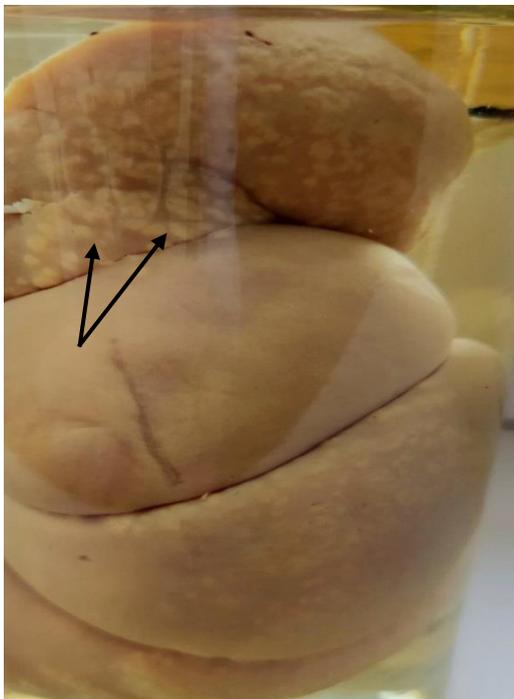
**Гнойный нефрит** развивается при проникновении гноеродной микрофлоры. Различают нисходящий и восходящий гнойный нефрит (рисунки 5-6).

**Нисходящий (метастатический, гематогенный, эмболический) гнойный нефрит** проявляется в случаях, когда гноеродная микрофлора проникает в орган гематогенным путем в форме эмболов из других органов и тканей. Микроорганизмы задерживаются в сосудистых клубочках, вызывают образование очагов гнойного воспаления (абсцессов) преимущественно в корковом веществе. Вначале абсцессы небольшие, затем увеличиваются до размеров лесного и даже грецкого ореха, сливаются между собой. При остром течении они окружены красной

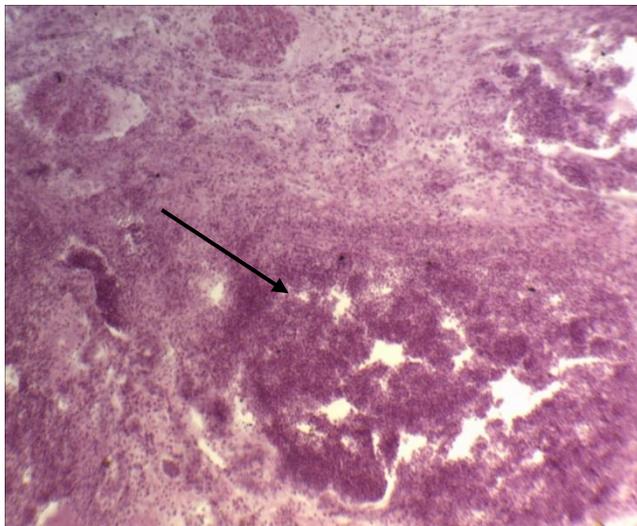
каймой (демаркационное воспаление), при хроническом – серой (соединительнотканной капсулой).

**Восходящий (уриногенный) гнойный нефрит** развивается при проникновении гноеродной микрофлоры в почку из мочевыводящих путей – почечной лоханки, мочеточников. Абсцессы формируются преимущественно в мозговом веществе.

**Диссеминированный гнойный нефрит** встречается у лошадей при мыте. В корковом и мозговом веществе отмечается скопление различного размера и формы гнойников.



**Рисунок 5 – Гнойный нефрит у свиньи. Стрелками указаны гнойники в паренхиме органа. Макрофото**



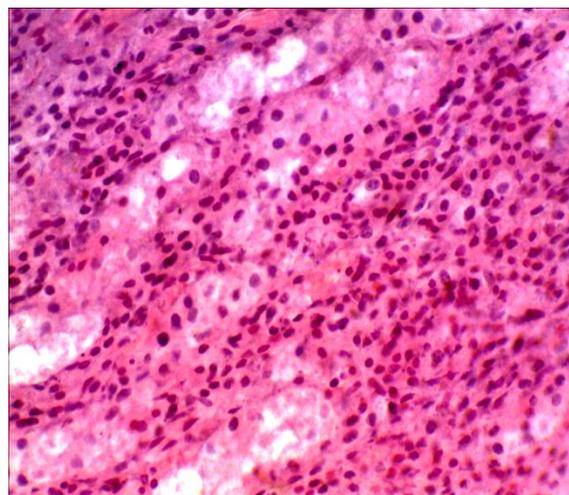
**Рисунок 6 – Абсцесс (гнойник) в почке (скопление лейкоцитов на различных стадиях распада). Микрофото. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: × 240**

**Серозно-геморрагический нефрит** развивается при переходе одного типа воспаления в другой.

**Интерстициальный нефрит** бывает очаговым и диффузным. **Очаговый интерстициальный нефрит** наблюдается при бруцеллезе у неполовозрелых животных. Почка увеличена в объеме, капсула бугристая, плохо снимается, консистенция упругая, цвет серо-коричневый, граница между корковым и мозговым веществом сглажена. В корковом веществе с поверхности и на разрезе обнаруживаются множественные очаги величиной до лесного ореха, неправильной формы, упругой консистенции, светло-серого цвета, без четких границ с окружающими тканями. Гистологически в этих очагах выявляется пролиферация лимфоцитов, эпителиоидных, гигантских клеток, плазмочитов, макрофагов. Сосудистые клубочки, канальцы сдавлены, атрофированы (рисунки 7-8). При хроническом течении среди клеток появляются фибробласты и фиброциты, которые образуют соединительнотканное волокно, что приводит к разрастанию соединительной ткани, развитию склероза органа – хронического **диффузного интерстициального нефрита**. Почка при этом уменьшается в объеме, капсула становится бугристой (сморщенная почка) (рисунок 9-10), не отделяется, консистенция плотная, орган плохо режется ножом, цвет серо-коричневый, серый, граница между корковым и мозговым веществом сглажена, поверхность разреза сухая, на ней выявляются грубые серые тяжи соединительной ткани. Такие же изменения в почках при хроническом течении лептоспироза, у старых животных и т. д.



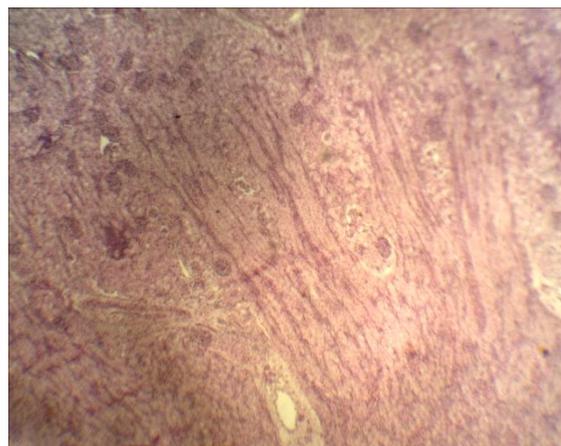
**Рисунок 7 – Интерстициальный нефрит у телят (белая пятнистая почка) при бруцеллезе. Стрелками показано разрастание соединительной ткани. Макрофото**



**Рисунок 8 – Интерстициальный нефрит у телят при бруцеллезе. Клеточные пролифераты в паренхиме органа с атрофией структур. Микрофото. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: × 240**



**Рисунок 9 – Интерстициальный нефрит (нефросклероз) у собаки. Макрофото**



**Рисунок 10 – Интерстициальный нефрит у свиньи. Микрофото. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Ув.: × 120**

У птиц при мочекишлом диатезе (подагре), уролитиазе, а иногда при микотоксических нефропатиях и инфекционно-аллергических гломерулопатиях (ИББ, ИБК) наблюдается развитие интерстициального нефрита, характеризующегося преобладанием в паренхиме почек единичных или обширных лимфоидно-макрофагальных пролифератов [2-5].

**Заключение.** Таким образом, макроскопические изменения в почках при нефритах могут не отличаться друг от друга. При этом в органе при любой форме нефрита на микроскопическом уровне происходят различные процессы, приводящие к почечной недостаточности и гибели животного. Поэтому гистологическое исследование играет важнейшую роль в проведении дифференциальной диагностики данных процессов и установлении окончательного диагноза.

**Литература.** 1. Громов, И. Н. Респираторные болезни птиц : патоморфология и диагностика : рекомендации / И. Н. Громов, Д. О. Журов, Е. А. Баршай. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 40 с. 2. Дифференциальная диагностика болезней мочевыделительной системы птиц / Д. О. Журов [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 5. – С. 44–47. 3. Жуков, А. И. Патологическая анатомия органов животных : практические рекомендации для ветеринарных специалистов Республики Беларусь / А. И. Жуков, М. П.

Кучинский, Д. Н. Федотов. – Минск, 2017. – 114 с. 4. Журов, Д. О. Влияние вируса инфекционного бронхита на патоморфологию почек цыплят / Д. О. Журов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2015. – Т. 51, вып.1, ч.1. – С. 197-201. 5. Журов, Д. О. Патоморфологическая диагностика нефропатий у кур / Д. О. Журов, И. Н. Громов // Вестник НГАУ. – Новосибирск, 2015. – № 2(35). – С. 94–100. 6. Лилли, Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия / Р. Лилли; под ред. В. В. Португалова; пер. с англ. И. Б. Краснов [и др.]. – М.: Мир, 1969. – С. 577–592. 7. Меркулов, Г. А. Курс патологистологической техники / Г. А. Меркулов. – Ленинград: Медицина, 1969. – 432 с. 8. Михневич, А. В. Патология почек речного бобра (*Castor fiber L.*), обитающего в условиях естественной экосистемы (частный случай) / А. В. Михневич, В. А. Занько; науч. рук. А. И. Жуков, Д. О. Журов // Студенты – наука и практике АПК: материалы 104-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 23 мая 2019 г. / УО ВГАВМ; редкол.: Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск, ВГАВМ, 2019. – С. 176–177. 9. Патологическая анатомия сельскохозяйственных животных: практикум для студентов учреждений высшего образования по специальности «Ветеринарная медицина» / В. С. Прудников [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 384 с. 10. Патоморфологическая и дифференциальная диагностика болезней кур, протекающих с поражением почек: рекомендации / Д. О. Журов [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 32 с. 11. Патоморфологические изменения в органах и тканях при болезнях животных: учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Ветеринарная медицина» и слушателей ФПК и ПК / В. С. Прудников [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 2016. – 28 с. 12. Патоморфологическая и дифференциальная диагностика инфекционной бурсальной болезни птиц: рекомендации / И. Н. Громов [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 20 с. 13. Прудников, В. С. Патологическая анатомия животных / В. С. Прудников, Б. Л. Белкин, А. И. Жуков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 552 с. 14. Adipose-derived mesenchymal stem cell protects kidneys against ischemia-reperfusion injury through suppressing oxidative stress and inflammatory reaction / Y. T. Chen [et al.] // J. Transl. Med. – 2011. – Vol. 5, № 9. – P. 51. 15. Bernard, D. B. Extrarenal complications of the nephrotic syndrome / D. B. Bernard // Kidney Int. – 1988. – Vol. 33, № 6. – P. 1184–1202. 16. Intrarenal injection of bone marrow-derived angiogenic cells reduces endothelial injury and mesangial cell activation in experimental glomerulonephritis / H. Uchimura [et al.] // J. Am. Soc. Nephrol. – 2005. – № 16(4). – P. 997–1004.

Поступила в редакцию 20.04.2020 г.

УДК 619:617-089.5

#### ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ У ОВЕЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ АЛЬФА 2-АГОНИСТЫ

**Журба В.А., Коваленко А.Э., Ковалев И.А.**

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

*Ингаляционный наркоз животным-компаньонам при проведении хирургических операций – это давно отработанная методика, которая широко используется в ветеринарной практике ряда ветеринарных клиник. Однако пациентами выступают и другие виды животных, например жвачные. Ингаляционный наркоз таким животным применяется редко, это связано как с физиологией самого организма, так и с в недостаточной мере отработанной методикой подготовки животного к ингаляционному наркозу, а также самим его проведением. В данной статье мы хотим осветить подходы к проведению ингаляционного наркоза мелкому рогатому скоту. **Ключевые слова:** ингаляционный наркоз, препараты, интубация, нейролептик, операция.*

#### INHALATION ANESTHESIA IN SHEEP WITH THE USE OF PREPARATIONS ALPHA 2 GROUPS-AGONISTS

**Zhurba V.A., Kovalenko A.E., Kovalev I.A.**

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

*Inhalation anesthesia by an animal companion during surgical operations is a long-established technique that is widely used in the veterinary practice of a number of veterinary clinics. However, patients are also other types of animals, such as ruminants, inhalation anesthesia for such animals is rarely used, this is due to both the physiology of the body itself, and not sufficiently developed methods of preparing the animal for inhalation anesthesia and its very conduct. In this article, we want to highlight approaches to conducting inhalation anesthesia for small cattle. **Keywords:** inhalation anesthesia, preparations, intubation, neuroleptic, operation.*

**Введение.** Овцеводство является неотъемлемой частью экономического производства большинства государств мира. Благополучие отрасли ведущих овцеводческих стран (Австралия, Новая Зеландия, Аргентина, Уругвай, Турция и другие) базируется в основном на производстве шерсти, доля которой в общей стоимости овцеводческой продукции составляла до

2000 года 70–80 процентов. В последние годы спрос на шерсть стал постепенно уступать спросу на более дешевые хлопковые и синтетические волокна, однако необходимо отметить, что продукция из шерсти более приемлема для человека, так как производится из натурального сырья.

В сложившихся экономических условиях в Республике Беларусь успешное развитие агропромышленного комплекса находится в прямой зависимости от уровня интеграции различных отраслей сельскохозяйственного производства. В условиях регулируемого рынка восстановление овцеводства должно рассматриваться как необходимость более полного и рационального использования кормовых и трудовых ресурсов страны для производства дешевой животноводческой продукции.

В республике половину племенного поголовья составляют овцы мясошерстных пород (прекос – 31 процент от общего поголовья, иль-де-франс – 16, тексель – 13,7 процента) и романовская порода – 10 процентов [1].

В последнее время в Беларуси набирают популярность породы мясного направления продуктивности, эти породы обладают отличными приростами живой массы у ягнят, высоким убойным выходом, отличными вкусовыми качествами мяса (оно практически не имеет характерного запаха баранины), высокими воспроизводительными способностями маток (не менее двух ягнят на овцематку в год) [1].

В связи с развитием этой отрасли народного хозяйства в республику стали больше завозить ценных племенных животных для разведения и ремонта стада. Данные животные требуют к себе большого внимания не только со стороны кормления и содержания, но и оказания ветеринарных услуг в данной области. Лечение и профилактика болезней у этих животных требует больших экономических затрат и современных способов оказания помощи [1].

Одним из проблемных вопросов остается лечение высоко племенных овец с хирургическими патологиями, в особенности при проведении операций, где необходимо применение общей анестезии. Так как особенности анатомии организма овец, физиологическое состояние, действие стресс-факторов на данных животных, а также незнание и отсутствие отработанной методики применения анестезирующих препаратов при проведении наркоза может привести к гибели животных.

Многие врачи сталкиваются с такой проблемой, как применение ксилозин гидрохлорид содержащих препаратов в моно-режиме, которого недостаточно для проведения хирургических операций, так как не обеспечивается аналгезия у животных [2, 3, 4].

Одним из предлагаемых видов анестезии, который может обеспечить аналгезию, миорелаксацию и необходимый по продолжительности сон у овец. является комбинированная анестезия.

Необходимо помнить, что при угнетении функций нервной системы (при общей анестезии) нарушается и прекращается нормальный процесс отхождения газов, снижается или отсутствует глотательный рефлекс, а также гипотония желудочно-кишечного тракта (атония рубца). Это ведет к гибели микроорганизмов из-за недостатка питательных веществ и щелочных компонентов слюны, поступающих в рубец (ацидоз ингибирует жизнедеятельность полезных микроорганизмов-симбионтов) [2, 3, 4].

К тому же постоянно выделяющаяся слюна создает угрозу аспирации ее дыхательной системы. Попадание ее в легкие чревато полной асфиксией (при большом количестве слюны в легких) или развитием в дальнейшем бронхопневмонии (при относительно небольшом количестве слюны в легких) [5, 6].

Помимо того, выделяющиеся газы вызывают тимпанию (вздутие) рубца, что тоже ведет к затруднению дыхания и нарушению работы сердечно-сосудистой системы из-за давления на легкие и сердце через диафрагму органов брюшной полости. При тимпании во время общей анестезии приходится прибегать к руменоцентезу, что не способствует проведению операции в стерильных условиях. Зондирование рубца через рот у анестезированного животного, находящегося в положении лежа, возможно, но газы практически не выводятся (вследствие закупорки просвета зонда кормовыми массами) [6].

Таким образом, гипотония преджелудков, тимпания рубца, усиленная функция слюнных и бронхиальных желез, рвота с аспирационной пневмонией или асфиксией, давление на диафрагму преджелудков (при длительном пребывании в положении лежа на боку) значительно затрудняют дыхание, следовательно, поступление кислорода к тканям и органам, в головной мозг, тем самым вызывая гипоксию и запуск необратимых эффектов, которые могут привести к летальным последствиям [7].

Для того чтобы снизить вероятность возникновения осложнений, мы проводим премедиацию перед хирургическими вмешательствами и мониторинг пациента после операции.

В данной статье хотелось бы осветить результаты наших исследований по проведению анестезии у овец при хирургических операциях.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились на базе хирургической клиники, вивария и научной лаборатории кафедры общей, частной и оперативной хирургии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Также для проведения исследований включали животных, поступивших на лечение из фермерских частных хозяйств, которым проводились хирургические операции.

Для проведения опытов, было подобрано 8 овец в возрасте 3-4 года, согласно принципу клинических аналогов, и разделено на 2 группы, опытную и контрольную, в каждой – по 4 овцы. Животные поступали в клинику кафедры для проведения хирургических операций.

Все животные перед началом операции выдерживались на 12-часовой голодной диете. Группы формировались по мере поступления овец на кафедру хирургии. Перед испытанием у всех животных был собран тщательный анамнез, проведено полное клиническое обследование – измерены масса тела животного, физиологические показатели (температура, частота сердечных сокращений, частота дыхания, аускультация сердца и легких, руминация), а также проведен общий анализ крови.

Для проведения общей комбинированной анестезии использовались следующие препараты и материалы: эндотрахеальные трубки, аппарат ингаляционного наркоза с приставкой искусственной вентиляции легких, внутривенные катетеры разных размеров, монитор пациента, шприцы разного объема, препараты «Изофлуран», «Ксиловет», «Седамедин», «Аллервет 1%», «Кислота молочная 80%»,

Всем животным перед введением выше указанных препаратов проводили премедикацию. Овец выдерживали на 24-часовой голодной диете, за 12 часов до операции убирали воду, а за 1,5 часа до операции животному задавалась 80% молочная кислота, разведенная с водой, как противобродильный препарат [2].

Всем животным перед операцией был поставлен периферический венозный катетер и подключена система с физиологическим раствором. Необходимость данной процедуры заключается в том, чтобы быстро оказать реанимационные действия пациенту, и в быстрой доставке лекарственных средств. Животным как опытной, так и контрольной групп перед постановкой внутривенного катетера инъецировали препарат «Аллервет 1%» внутримышечно в дозе согласно инструкции. Данный препарат снижает риск возникновения аллергических реакций, а также способствует снижению воздействия внешних стресс-факторов на организм во время подготовки животного к операции. Также аллервет 1% потенцирует действие многих препаратов, используемых для седации и наркоза. В контрольной группе для вводного наркоза использовали ксиловет согласно инструкции, в опытной – седамедин согласно инструкции.

Затем после вводного наркоза укладывали животных в боковое положение на правый бок, ставили им эндотрахеальную трубку при помощи ларингоскопа (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Интубация овцы при ингаляционной анестезии**



**Рисунок 2 – Монитор пациента и аппарат для ингаляционной анестезии**

После установки эндотрахеальной трубки раздували манжету трубки в трахее животного, а другой конец закрепляли на нижней челюсти животного. По движению воздуха в трубке убеждаемся, что мы установили трубку именно в трахею, а не в пищевод. Затем подключаем трубку непосредственно к аппарату ингаляционной анестезии. В качестве газового наркоза всем животным вводили изофлуран. Выставляем концентрацию ингаляционной смеси на уровень 2-3%. В зависимости от операции и показателей пациента эту концентрацию можно менять.

Контроль жизненных показателей проводился анестезиологом при помощи монитора пациента (он показывает такие важные показатели, как температура тела, пульс, ритм сердца, систолическое и диастолическое давление, пульсоксиметрия – количество кислорода в крови, капнография - концентрация углекислого газа во вдыхаемой и выдыхаемой смеси, количество дыхательных движений) (рисунок 2). Мониторинг позволяет выявить на ранних стадиях откло-

нения, начать комплекс мер по устранению возникших осложнений, тем самым предотвратить более серьезные, необратимые последствия в организме, которые могут привести к отказу работы органов и смерти животного [3, 4].

**Результаты исследований.** После проведения премедикации у всех животных, которые участвовали в эксперименте, не наблюдалось побочных явлений. В стадии индукции в общую анестезию мы отмечаем незначительное изменение таких показателей, как: снижение артериального давления, снижение частоты дыханий, снижение сатурации, затем эти показатели восстанавливались до необходимой нормы в хирургической стадии анестезии. У всех овец, участвовавших в эксперименте, наблюдалось умеренное снижение температуры тела во время анестезии. Частота сердечных сокращений находилась в пределах физиологической нормы или слегка увеличивалась, что связано с влиянием изофлурана на сердечно-сосудистую систему. Количество растворенного в крови кислорода находилось на уровне показателей 95–99%. Снижение кислорода до отметки ниже 90% может свидетельствовать о недостаточности вентиляции либо о низком сердечном выбросе. При измерении ЭКГ у животных не наблюдалось аритмий.

При комбинированной анестезии колебания физиологических показателей организма были незначительны, в пределах нормы, в отличие от контрольной группы, где применялся препарат «Ксиловет».

По завершению операции животные также находились под наблюдением анестезиолога и монитора пациента, контроль осуществлялся до появления глотательного рефлекса, который говорит нам, что эндотрахеальную трубку можно извлекать.

После извлечения трубки у овец, как правило, быстро начинает проявляться активность, животные опытной группы спустя 20-30 минут после извлечения трубки самостоятельно стояли на конечностях и двигались, у животных контрольной группы наблюдалось дрожание конечностей и тремор, самостоятельно встали на конечности спустя час.

После операции и наркоза каждый час измеряли руминацию (количество сокращений в большинстве случаев с течением времени увеличивается). У животных опытной группы спустя 5-6 ч после операции под наркозом отмечалась руминация в количестве 3-5 движений, в контрольной группе руминация начиналась через 8-9 часов в количестве 3-5 движений, в зависимости от вида, пола животного и перенесенного хирургического вмешательства.

**Заключение.** В ходе клинических испытаний нами было установлено, что животные, которые подверглись операциям под комбинированным наркозом с применением препаратов «Седамедин» + «Изофлуран», лучше выходили из наркоза, быстрее восстанавливалась руминация, быстрее и охотнее животные начинали самостоятельно поедать корм. Были более активны.

Послеоперационных осложнений, таких как аспирационная бронхопневмония, атония и гипотония рубца не наблюдалось. В опытной группе овец после применения комбинированного наркоза животные быстрее восстанавливались по сравнению с контрольной группой животных.

Необходимо отметить, что проведение хирургических операций у овец с применением ингаляционного наркоза позволяет обеспечить:

- быстрое пробуждение животного после отключения подачи препарата;
- возможность применения при длительных операциях;
- отсутствие риска передозировки. Животное вдыхает вместе с воздухом только необходимое количество газа;
- возможность регулировать подачу препарата, в том числе, почти моментально вывести пациента из наркоза, что недостижимо при использовании других видов.

**Литература.** 1. *Ветеринарная энциклопедия* : в 2 т. / С. С. Абрамов [и др.] ; ред. А. И. Ятусевич [и др.]. – Минск : Беларуская энцыклапедыя, 2013. – Т. 1 : А–К. – 463 с. 2. *Общая анестезия животных : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям: «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная санитария и экспертиза», «Ветеринарная фармация»* / В. А. Журба [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 68 с. 3. Бетшарт-Вольфенсбергер, Р. *Ветеринарная анестезиология : учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений, обучающихся по специальности «Ветеринария»* / Р. Бетшарт-Вольфенсбергер, А. А. Стекольников, А. Ю. Нечаев. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2010. – 271 с. 4. Полатайко, О. *Ветеринарная анестезия : практическое пособие* / О. Полатайко. – Киев : Перископ, 2009. – 408 с. 5. Дмитриева, Т. А. *Топографическая анатомия домашних животных : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Ветеринария»* / Т. А. Дмитриева, П. Т. Саленко, М. Ш. Шакуров ; ред. Т. А. Дмитриева. – Москва : Колос С, 2008. – 414 с. 6. *Клиническая частная хирургия животных : учебное пособие* / Э. И. Веремей [и др.] ; под ред. Э. И. Веремея. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 456 с. 7. *Оперативная хирургия с топографической анатомией : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Ветеринария»* / Э. И. Веремей [и др.]. – Санкт-Петербург : КВАДРО, 2012. – 559 с.

Поступила в редакцию 16.04.2020 г.

УДК 619:616.476–022.6

## ВЛИЯНИЕ БИРНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ И АНТИОКСИДАНТНОГО ПРЕПАРАТА НА ОРГАНОМЕТРИЧЕСКИЕ, ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ И ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЛОАКАЛЬНОЙ БУРСЫ SPF-ЦЫПЛЯТ

Журов Д.О., Громов И.Н.

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

*В статье описаны результаты исследований по изучению структурных изменений в клоакальной бурсе цыплят при заражении их патогенным штаммом «52/70–М» вируса инфекционной бурсальной болезни (ИББ) на фоне применения митофена. Заражение цыплят патогенным штаммом вируса ИББ вызывает в бурсе птиц тяжелые деструктивные процессы. Морфологические изменения в фабрициевой бурсе зараженных цыплят при даче митофена в дозе 50 мг/кг массы менее выражены и характеризуются усилением иммуноморфологических процессов в данном органе. **Ключевые слова:** цыплята, вирус инфекционной бурсальной болезни, гистологические изменения, клоакальная сумка, антиоксиданты.*

## INFLUENCE OF BIRNAVIRAL INFECTION AND ANTIOXIDANT PREPARATION ON ORGANOMETRIC, HISTOLOGICAL AND IMMUNOMORPHOLOGICAL INDICATORS OF CLOACAL BURSA OF SPF-CHICKENS

Zhurov D.O., Gromov I.N.

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

*The article describes the results of studies on the structural changes in the cloacal bursa of chickens when infected with the pathogenic strain «52/70–M» of the infectious bursal disease virus (IBD) with mitofen. Infection of chickens with a pathogenic strain of the IBD virus causes severe destructive processes in the bursa of birds. Morphological changes in the factory bursa of infected chickens when giving mitophene at a dose of 50 mg / kg weight are less pronounced and are characterized by an increase in immunomorphological processes in this organ. **Keywords:** chickens, infectious bursal disease virus, histological changes, cloacal bursa, antioxidants.*

**Введение.** Промышленное птицеводство в Республике Беларусь является ведущей отраслью АПК благодаря получению диетической и легко усвояемой продукции. Куриное мясо и яйцо служат эталоном полноценных продуктов питания, в которых содержатся основные компоненты, которые необходимы для человека. Ассортимент производимой продукции переработки мяса бройлеров на некоторых птицеводческих предприятиях составляет свыше 150 наименований [3, 8].

Несмотря на положительные результаты, в промышленном птицеводстве имеется значительное количество резервов для повышения эффективности отрасли в целом. Одним из таких резервов является снижение отхода птицы за счет профилактики заболеваний заразной этиологии [17-19].

Инфекционная бурсальная болезнь (ИББ, болезнь Гамборо, инфекционный бурсит, инфекционный нефрозо-нефрит птиц) – вирусная высококонтагиозная болезнь птиц, преимущественно 2–15-недельного возраста, сопровождающаяся диареей, поражением фабрициевой бursы, в меньшей степени – других лимфоидных органов, почек, наличием кровоизлияний в мышечной ткани груди, крыла, бедра и в слизистой оболочке на границе железистого и мышечного желудков. Возбудителем болезни является РНК-геномный вирус семейства *Birnaviridae*. Основной мишенью вируса являются предшественники В-лимфоцитов, которые у птиц размножаются в лимфатических узелках клоакальной бursы [1, 6, 7, 11-15].

Болезнь зарегистрирована во многих странах мира, в том числе в Республике Беларусь. По данным М.М. Corley et al. [20, 21], при проведении серологических исследований в птицеводческих предприятиях зараженность стад варьирует от 2 до 100%. По данным Б.У. Кэлнека и др. [4], уровень заболеваемости достигает обычно 100%. Смертность может изменяться с 0 до 20–40%.

Болезнь может протекать в клинической и субклинической формах. Клиническая форма заболевания характеризуется внезапным началом, острым течением, резким повышением, а затем быстрым снижением смертности. При этом наблюдают обширные разрушения лимфоцитов в клоакальной бурсе и других лимфоидных органах [1, 6, 7, 11-15]. При заражении цыплят вирусом ИББ поражается не только иммунная система птицы. Вирус оказывает неблагоприятное влияние как на протекание биохимических процессов в отдельных клетках, так и на всю антиоксидантную систему в целом.

В настоящее время имеется значительное количество средств для коррекции нарушений антиоксидантной системы организма животных, которое насчитывает уже более сотни

природных и синтетических соединений, большая часть из которых предназначена для связывания и обезвреживания продуктов перекисного окисления в клетках. Это такие вещества, как аскорбиновая кислота, токоферолы, каротиноиды, убихинон, флавоноиды. Некоторые из этих соединений обладают также и антигипоксантами активностью: убихинон, флавоноиды. Сочетанным эффектом обладают препараты полифенольной структуры, в частности, митофен. Митофен [поли(2,5-дигидрооксифенилен)-4-тиосульфокислоты] – синтетическое производное полифенолов является структурным (химическим) и функциональным аналогом коэнзима Q10 – естественного метаболита клеток организма животных и птиц [5, 9, 10, 16]. Он проявляет антигипоксическую, антиоксидантную, антистрессовую активность за счет уменьшения воздействия свободнорадикального окисления клеточных структур живого организма. Повышает коэффициент аэробного (митохондриального) окисления клеток, что способствует повышению усвоения энергии и/или более экономичному ее расходованию организмом. Они были испытаны в общемедицинской практике и дали положительный эффект при лечении ишемических состояний различного генеза, при обструктивном бронхите и других заболеваниях, сопровождающихся гипоксическими явлениями. Эти свойства антиоксидантов могут быть полезны и востребованы в промышленном птицеводстве.

Цель работы – описать органомерические, структурные и иммунологические изменения в клоакальной бурсе цыплят при экспериментальной бирнавирусной инфекции на фоне применения антиоксидантного препарата «Митофен».

**Материалы и методы исследований.** Опыт проводили на 120-ти SPF-цыплятах (свободных от специфических антител к вирусу ИББ) 28-дневного возраста, разделенных на 3 группы по принципу аналогов по 40 голов в каждой. Молодняку первых двух опытных групп интраназально вводили по 0,2 мл высоковирулентного штамма «52/70-М» вируса ИББ в дозе 3,5 Ig ЭИД<sub>50</sub>/0,2 мл. Птице 1-й опытной группы в течение всего опыта вместе с питьевой водой давали препарат «Митофен» из расчета 50 мг/кг живой массы. Интактные цыплята 3-й группы служили контролем.

Убой птицы всех групп осуществляли на 3-и сутки эксперимента. Определяли абсолютную массу и линейные размеры клоакальных сумок. Взвешивание проводили на электронных весах Scout Pro SPU 202 фирмы Ohaus Corporation (США). Для дальнейших морфологических исследований от цыплят-бройлеров отбирали кусочки клоакальных сумок (бурс). Этапы приготовления гистологических срезов (фиксация, промывка, обезвоживание и уплотнение) проводили согласно отработанной методике, имеющейся в лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО ВГАВМ. Для изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином, а для подсчета плазмоцитарной реакции окраску производили по методу Браше.

При гистоисследовании срезов клоакальной бursы определяли абсолютные размеры коркового и мозгового вещества лимфоидных узелков клоакальной бursы, вычисляли соотношение этих величин, изучали удельный объем стромы и паренхимы и их соотношение, плотность лимфоцитов в корковой и мозговой зонах, количество апоптозных клеток в клоакальной бурсе.

Цифровые данные обработаны статистически с использованием программы Microsoft Excel 2007. Критерии Стьюдента на достоверность различий сравниваемых показателей оценивали по трем порогам вероятности (уровням достоверности):  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ .

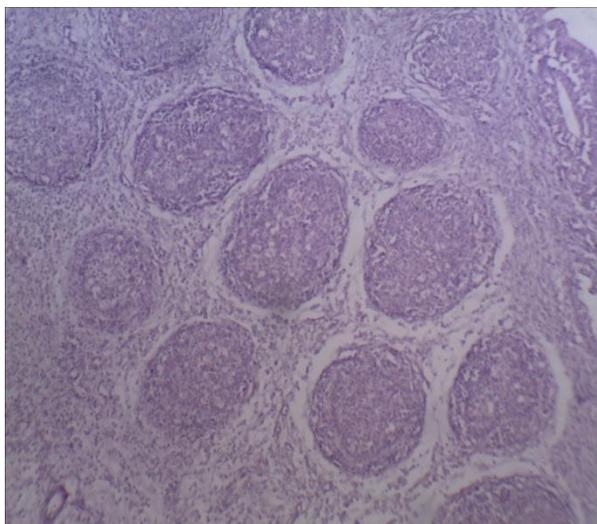
**Результаты исследований.** При исследовании клоакальной бursы цыплят на 3-и сутки опыта установлено, что она представляет собой полостной лимфоэпителиальный орган, который располагается в дорсальной части стенки клоаки в виде карманообразного выпячивания. При макроскопическом осмотре клоакальных бурс цыплят второй опытной группы на 3-и сутки опыта выявлено, что орган был незначительно увеличен в размере, форма не изменена, консистенция упругая, диффузно покрасневшая. Клоакальные бursы цыплят первой опытной группы на 3 сутки проведения опыта были увеличены (у 50% от всех цыплят данной группы), консистенция упругая, цвет органа сохранялся (иногда присутствовало незначительное покраснение).

Масса клоакальной бursы у цыплят на 3-и сутки исследования была наибольшей во 2-й опытной группе, тогда как в 1-й и 3-й опытных группах данный показатель изменялся незначительно. Высота органа составляла  $1,02 \pm 0,03$  см (в 1-й группе) и  $1,12 \pm 0,05$  см (во 2-й опытной группе). Показатель ширины органа был наиболее высоким в 1-й опытной группе цыплят –  $1,02 \pm 0,02$  см ( $P_{1-2} < 0,05$ ).

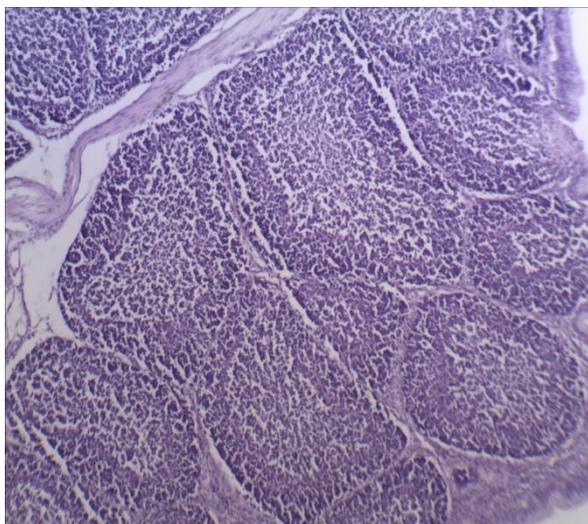
Гистологическое исследование показало, что у цыплят контрольной группы в этот и последующие периоды проведения исследований стенка органа состоит из слизистой, мышечной и серозной оболочек. Серозная оболочка состоит из плотной неоформленной соединительной ткани, которая покрыта однослойным плоским эпителием. Мышечная оболочка является продолжением мышечной оболочки клоаки и состоит из двух слоев гладких миоцитов, направленных под углом друг другу. В складках слизистой оболочки находятся лимфоидные

узелки. Межузелковая соединительная ткань у цыплят представлена тонкими прослойками. Покровный эпителий однослойный, многорядный, цилиндрический, с неровным рельефом. Между цилиндрическими клетками расположено большое количество секретирующих бокаловидных клеток, содержащих светлое округлое ядро.

При гистологическом исследовании клоакальной бursы зараженных цыплят на 3-и сутки опыта, отмечалось уменьшение, по сравнению с контролем, размеров корковой зоны лимфоидных узелков (рисунки 1-2). При этом происходило сглаживание границ между корковой и мозговой зонами в клоакальной бурсе цыплят, зараженных вирусом ИББ. Данный показатель уменьшался с  $55,27 \pm 2,89$  мкм в контроле до  $29,1 \pm 1,04$  мкм ( $P_{2-3} < 0,001$ ) во 2-й группе. При этом между 1-й и 2-й группами птиц данный показатель уменьшался в 1,86 раза ( $P_{1-2} < 0,01$ ), тогда как между показателями 1-й группы и цыплятами, зараженными вирусом ИББ совместно с антиоксидантным препаратом, существенно не изменялся. В то же время удельный объем мозгового вещества долек бursы цыплят между 1-й и 2-й группами цыплят изменялся незначительно. Показатель мозговой зоны узелков бursы уменьшался в 1,5 раза ( $P_{1-3} < 0,05$ ;  $P_{2-3} < 0,05$ ) в 1-й и 2-й опытных группах по отношению к контролю. Соотношение корковой и мозговой зон изменялось параллельно двум предыдущим показателям. Наибольшее значение данного показателя было у цыплят, зараженных вирусом ИББ совместно с митофеном, и составило  $0,46 \pm 0,02$  ( $P_{1-2} < 0,01$ ;  $P_{1-3} < 0,01$ ).



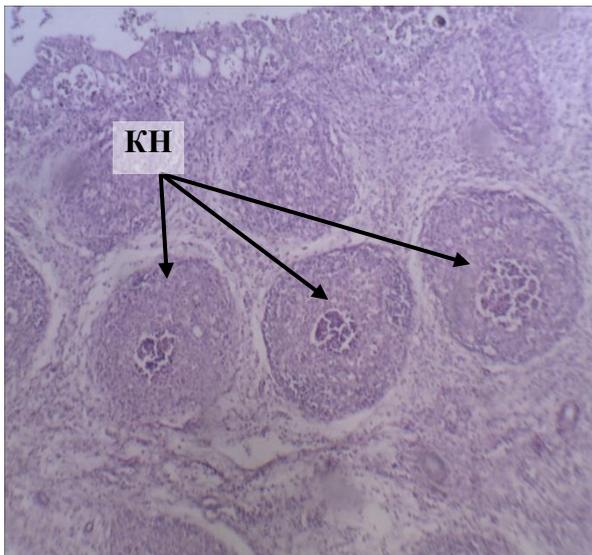
**Рисунок 1 – Фибротизация, делимфатизация и потеря границ корковой и мозговой зон лимфоидных узелков в клоакальной бурсе цыпленка, зараженного вирусом ИББ на 3-и сутки опыта. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240**



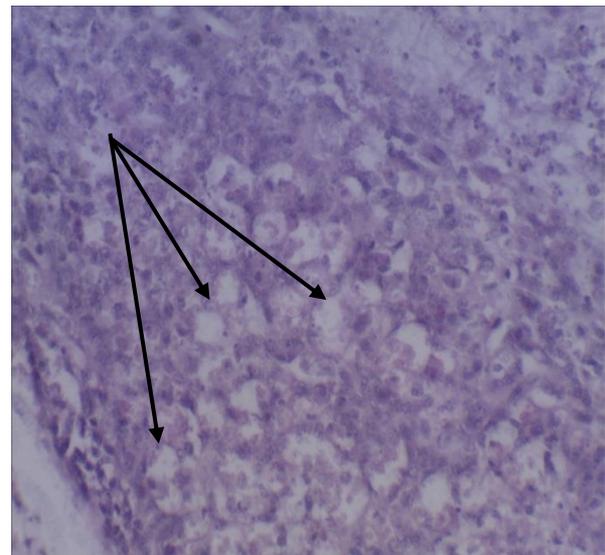
**Рисунок 2 – Клоакальная бурса цыпленка контрольной группы. Четкое разделение лимфоидных узелков органа на гистологические составляющие. 3-и сутки эксперимента. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240**

Данные иммуноморфологические изменения свидетельствуют о том, что вирус ИББ, обладая иммунодепрессивными свойствами, полностью подавляет выработку лимфоцитов, как в корковом, так и в мозговом веществе клоакальной бursы цыплят. Происходит полная делимфатизация в бурсе цыплят, зараженных ИББ. При этом в лимфоидных узелках бursы отмечались очаги некроза (рисунок 3) и образование пустот т.н. «пчелиных сот» (рисунок 4). В клоакальной бурсе цыплят первой группы, зараженных вирусом ИББ совместно с митофеном, выявлялись единичные некрозы на разных стадиях развития. Подобные изменения описывали в своих работах В.А. Бакулин [2], А.С. Алиев [1], М. Khatri et al. [ 22].

Отмечалось снижение количества лимфоцитов у цыплят, зараженных вирусом ИББ, в 5,93 раза ( $P_{2-3} < 0,001$ ). При этом данный показатель увеличивался почти в 2 раза у цыплят 1-й группы по сравнению с птицей 2-й опытной группы. В мозговой зоне отмечалось значительное опустошение лимфоидных узелков на 3-и сутки проведения эксперимента. Показатель плотности лимфоцитов в мозговом веществе уменьшился с  $112,75 \pm 7,58$  (контрольная группа) до  $15,25 \pm 1,96$  (в 1-й опытной группе) ( $P_{1-3} < 0,001$ ) и до  $9 \pm 1,96$  (во 2-й опытной группе) ( $P_{2-3} < 0,001$ ).



**Рисунок 3 – Клоакальная bursa цыпленка, зараженного вирусом ИББ. Очаги коагуляционного некроза (KN) в лимфоидных узелках. 3-е сутки опыта. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240**



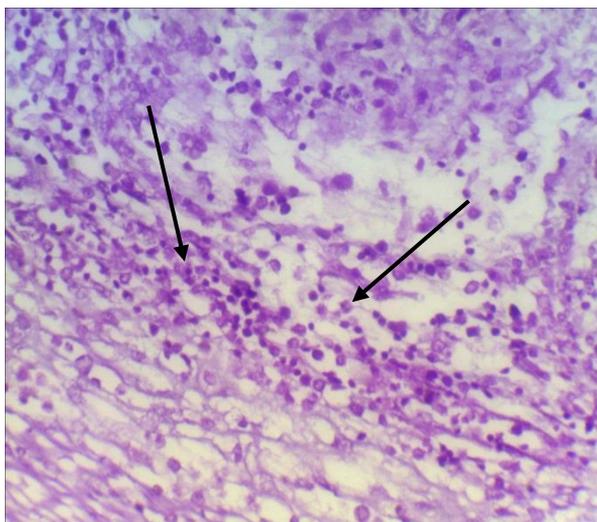
**Рисунок 4 – Клоакальная bursa цыпленка, зараженного вирусом ИББ. Образование пустот, т.н. «пчелиных сот» в лимфоидном узелке. Гематоксилин-эозин. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240**

При исследовании удельного объема стромы отмечалась тенденция к значительному увеличению данного показателя: с  $12,04 \pm 2,43\%$  (интактный контроль) до  $30,26 \pm 3,98\%$  (2-я опытная группа птиц) ( $P_{2-3} < 0,01$ ). Увеличение данного показателя происходило за счет утолщения соединительнотканых трабекул органа. Между 1-й и 2-й группами цыплят данный показатель увеличивался в 1,82 раза ( $P_{1-2} < 0,05$ ). Между 1-й и 3-й группами показатель стромы изменялся несущественно. Удельный объем паренхимы увеличивался с  $69,74 \pm 3,98\%$  (зараженные цыплята) ( $P_{2-3} < 0,01$ ) до  $87,95 \pm 2,43\%$  (интактные цыплята). При этом между 1-й и 2-й группами цыплят показатель снижался на 19% ( $P_{1-2} < 0,05$ ). Между 1-й и 3-й группами птиц разница в значениях была незначительная. Соотношение стромы и паренхимы увеличивалось по отношению к контролю в 3,38 раза (во 2-й группе цыплят) и увеличивалось в 1,53 раза (в 1-й опытной группе цыплят). При этом данный показатель был статистически недостоверным.

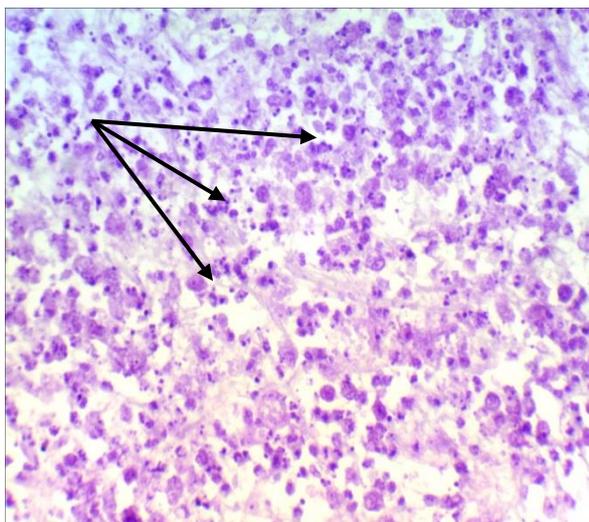
Также отмечалось значительное увеличение количества апоптозных клеток. Во 2-й опытной группе данный показатель имел значение  $19,75 \pm 2,52$  ( $P_{2-3} < 0,001$ ). При этом в меньшем количестве они содержались в бурсе цыплят 1-й опытной группы –  $9,25 \pm 0,84$  ( $P_{1-2} < 0,01$ ;  $P_{1-3} < 0,001$ ).

Показатели плазмочитарной реакции в клоакальной бурсе цыплят-бройлеров на 3-и сутки опыта имели тенденцию к увеличению всех показателей в 1-й и 2-й опытных группах птиц. Количество митозов изменялось с  $11 \pm 2,24$  (в контроле) до  $18,5 \pm 3,65$  и  $15,5 \pm 1,68$  в 1-й и 2-й группах соответственно. Количественные показатели плазмобластов увеличивались примерно в таком же диапазоне.

Количество проплазмочитов в бурсе цыплят увеличивалось по сравнению с контролем у цыплят 1-й и второй групп соответственно на 61,9% и 63,9%. Количество плазматических клеток между цыплятами 1-й и 3-й группами снижалось на 86%, между 1-й и 2-й – на 24%, между 2-й и 3-й – в 1,5 раза. Во всех случаях достоверных показателей отмечено не было. Общее количество плазматических клеток изменялось достоверно между цыплятами 2-й и 3-й групп – на 67,21%  $P_{2-3} < 0,05$  (рисунки 5-6).



**Рисунок 5 – Клоакальная бурса цыпленка, зараженного штаммом вируса ИББ. Усиление плазмоцитарной реакции в органе. Окраска по Брассе. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240**



**Рисунок 6 – Клоакальная бурса цыпленка, зараженного штаммом вируса ИББ. Увеличение содержания клеток с митозом. Окраска по Брассе. Биомед-6. Микрофото. Ув.: x 240**

**Закключение.** Результаты исследований позволяют сделать вывод, что патогенное воздействие бирнавируса заключалось в развитии у цыплят бурсита, что подтверждалось макроскопическим исследованием и органометрическими показателями органа. Заражение цыплят высокопатогенным штаммом вируса инфекционной бурсальной болезни приводит к образованию значительных морфологических изменений в клоакальной бурсе птиц (уменьшение объема паренхимы органа, деструкция лимфоидных узелков — появление своеобразных вакуолей-пустот, появление в паренхиме альтеративных (некротических) процессов, разрастание межузелковой ткани, образование большого количества апоптозных клеток и др.). Изменения в плазмоцитарной реакции в клоакальных сумках цыплят, зараженных вирусом ИББ без и с применением митофена, происходили за счет увеличения всех типов плазматических клеток. При этом в бурсе цыплят под влиянием вирусного фактора на фоне препарата «Митофен» наблюдались процессы, свидетельствующие об иммуноморфологической перестройке клоакальной бursы и положительном его влиянии на организм цыплят в целом (незначительное увеличение массы органа по сравнению с контрольной группой птицы, увеличение объема паренхимы органа и количества лимфоцитов в лимфоидных узелках, уменьшение количества апоптозных клеток по сравнению с зараженными цыплятами без митофена и т.д.).

Таким образом, проведенные исследования позволяют судить о том, что одной из превентивных мер для предотвращения антигенного воздействия на иммуноморфологические показатели (в т. ч. и штаммов, входящих в состав вакцины), можно рекомендовать одновременное сочетанное применение антиоксидантного препарата «Митофен» с вакциной против ИББ птиц.

**Литература.** 1. Алиев, А. С. Инфекционная бурсальная болезнь птиц / А. С. Алиев. – Санкт-Петербург : НИИЭМ им. Пастера, 2010. – 208 с. 2. Бакулин, В. А. Патоморфология болезни Гамборо : автореф. дис. ... д-ра вет. наук / В. А. Бакулин ; Ленинградский ветеринарный институт, 1992. – 35 с. 3. Бобылева, Г. А. Экономическая ситуация в отрасли птицеводства и перспективы ее развития [Электронный ресурс] / Г. А. Бобылева // Актуальные ветеринарные проблемы в промышленном птицеводстве : материалы Международной научно-практической конференции, Казань, 9–11 апреля 2014 г., в рамках IV Международного Ветеринарного конгресса / Российская ветеринарная ассоциация, МСХ РФ, Росптицесоюз. – Казань, 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). 4. Болезни домашних и сельскохозяйственных птиц / Б. У. Кэлнек [и др.] ; под ред. Б. У. Кэлнека [и др.] ; пер. с англ. И. Григорьевой [и др.]. – Москва : АКВАРИУМ БУК, 2003. – 1232 с. 5. Влияние митофена на патоморфологические изменения в органах цыплят, зараженных вирусом ИББ / Д. О. Журов [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2018. – № 4. – С. 52–55. 6. Громов, И. Н. Иммуноморфогенез у молодняка кур, иммунизированного моно- и ассоциированными инактивированными вирусными вакцинами : автореф. дис. ... д-ра вет. наук / И. Н. Громов ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 2019. – 53 с. 7. Громов, И. Н. Респираторные болезни птиц : патоморфология и диагностика : рекомендации / И. Н. Громов, Д. О. Журов, Е. А. Баршай. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 40 с. 8. Итоги работы птицеводческой работы России и задачи на будущее / Г. А. Бобылева [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2018. – № 2. – С. 4–6. 9. Мор-

фология органов иммунной системы цыплят при заражении штаммом «52/70–М» вируса инфекционной бурсальной болезни и применении антиоксидантного препарата / Д. О. Журов [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2018. – №1(28). – С. 46–53. 10. Журов, Д. О. Влияние патогенного штамма «52/70–М» вируса ИББ на морфологию клоакальной бурсы цыплят / Д. О. Журов, А. И. Жуков, Д. А. Метлицкая // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник статей XIV Международной научно-практической конференции (7-8 февраля 2019 г.) : в 2 кн. – Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 2. – С. 289–290. 11. Журов, Д. О. Морфология органов иммунной системы цыплят при инфекционной бурсальной болезни / Д. О. Журов, И. Н. Громов // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 2. – С. 30–34. 12. Журов, Д. О. Морфометрические показатели клоакальной бурсы цыплят при инфекционной бурсальной болезни / Д. О. Журов // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб. : Издательство ФГБОУ ВО СПбГАВМ, 2019. – С. 97–98. 13. Журов, Д. О. Патоморфологические изменения у цыплят при экспериментальном заражении вирусом ИББ / Д. О. Журов // Молодежь и инновации – 2017 : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых : в 2-х ч. / Гл. ред. П.А. Саскевич. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 2. – С. 117–120. 14. Патоморфологическая диагностика инфекционной анемии цыплят : рекомендации / И. Н. Громов [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2014. – 34 с. 15. Патоморфологическая и дифференциальная диагностика инфекционной бурсальной болезни птиц : рекомендации / И. Н. Громов [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 20 с. 16. Применение антиоксидантов для повышения иммунной реактивности организма птиц : рекомендации / Д. О. Журов [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 24 с. 17. Фисинин, В.И. Мировые и российские тренды развития птицеводства / В. И. Фисинин // Животноводство России. – 2018. – № 4. – С. 2–4. 18. Фисинин, В. И. Тенденции развития мирового и отечественного птицеводства: состояние и вызовы будущего [Электронный ресурс] / В. И. Фисинин // Актуальные ветеринарные проблемы в промышленном птицеводстве : материалы Международной научно-практической конференции, Казань, 9–11 апреля 2014 г., в рамках IV Международного Ветеринарного конгресса / Российская ветеринарная ассоциация, МСХ РФ, Росптицесоюз. – Казань, 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). 19. Фисинин, В. И. Тренды инновационного развития мирового и российского птицеводства: состояние и вызовы будущего / В. И. Фисинин // 25 лет на благо промышленного птицеводства России : сборник научных трудов НПП «АВИВАК» / НПП «АВИВАК». – Санкт-Петербург, 2015. – С. 3–11. 20. Corley, M. M. Immunosuppression in specific-pathogen-free broilers administered infectious bursal disease virus vaccines by in ovo route / M. M. Corley, J. J. Giambrone // Avian Dis. – 2002. – Vol. 46, № 4. – P. 810–815. 21. Corley, M. M. Detection of infectious bursal disease vaccine viruses in lymphoid tissues after in ovo vaccination of specific-pathogen-free embryos / M. M. Corley, J. J. Giambrone, T. V. Dormitorio // Avian Dis. – 2001. – Vol. 45. – P. 897–905. 22. Khatri, M. Response of embryonic chicken lymphoid cells to infectious bursal disease virus / M. Khatri, J. M. Sharma // Veterinary Immunology and Immunophology. – 2009. – Vol. 127, № 3/4. – P. 316–324.

Поступила в редакцию 20.04.2020 г.

УДК 619:616.594

#### ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ НА ЖИДКОФАЗНЫЙ РОСТ ТРИХОФИТОНА НА СРЕДЕ ИЗ КОНЦЕНТРАТА КВАСНОГО СУСЛА

\*Зайцева В.В., \*\*Дремач Г.Э., \*\*\*Зайцева А.В.

\*УО «Витебский государственный медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

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

\*\*\*ЛДУ «Витебская облветлаборатория», г. Витебск, Республика Беларусь

Оптимальный режим жидкофазного выращивания культур *Trichophyton verrucosum* № 130 и *Tr. mentagrophytes* № 135 на оптимизированном по минеральному составу квасном сусле является температура 28°C и экспозиция 72-84 часа, так как отмечается прирост биомассы мицелия, соответственно, 0,68-0,76% и 0,53-0,56%, а формирование микроконидий, соответственно, 12,0-16,0 и 9,0-11,0 млн/см<sup>3</sup>. **Ключевые слова:** культура, микроконидии, концентрат квасного сусла, биомасса гриба, стерилизация.

#### INFLUENCE OF THE EXPOSITION TIME AND TEMPERATURE ON THE LIQUID PHASE GROWTH OF TRICHOPHITON ON THE MEDIA FROM CONCENTRATE OF KVASS WORT

\*Zaitsava V.U., \*\*Dremach H.E., \*\*\*Zaitsava A.U.

\*Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

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

\*\*\*MDI «Vitebsk Regional Veterinary Laboratory», Vitebsk, Republic of Belarus

The optimal mode of liquid-phase cultivation of *Trichophyton verrucosum* № 130 and *Tr. mentagrophytes* № 135 on the mineral kvass wort is 28°C at 72-84 hours, because there is increase in the biomass of mycelium, respectively, 0,68-0,76% and 0,53-0,56% and the formation of microconidia, respectively, 12,0-16,0 and 9,0-11,0 million/cm<sup>3</sup>. **Keywords:** culture, microconidia, kvass wort concentrate, fungus biomass, sterilization.

**Введение.** Основной целью выращивания микроорганизмов на определенных питательных субстратах является накопление бактериальной массы, используемой в различных направлениях исследований, а также изучение их морфологии и физиологии.

Углеводы, как известно, являются важнейшим компонентом питательных сред для мицелиальных грибов. Эти соединения играют роль как источника энергии, так и пластического материала для клеток. При конструировании питательных сред для микроорганизмов обычно исходят из имеющейся информации об их систематическом положении, наличии той или иной энзиматической системы и способов культивирования.

Под названием «углеводы» объединяют многочисленное количество соединений от моносахаридов до высокополимерных природных соединений. В биологической промышленности обычно в качестве источника углеводов питательных среды используют отходы от других производств (меласса, патока и др.) и моносахара (глюкоза, фруктоза и др.) и углеводсодержащее сырье (ячменное и ржаное сусло, концентрат квасного сусла и др.).

В настоящее время для выращивания культур вида *Trichophyton verrucosum* и *Trichophyton mentagrophytes* в качестве питательной среды у нас в стране используется сусло-агар, основным компонентом которого является неохмеленное пивное сусло, являющееся природным компонентом и имеющее сложный и непостоянный состав. В результате многочисленных работ было установлено, что на партиях сусло-агара из различных сортов пивного сусла рост и спорообразование культур гриба рода *Trichophyton* резко отличается [2, 4]. Культурально-морфологические свойства микроорганизма обычно характеризуются по следующим признакам: форма и размер колоний, цвет, характер роста, профиль, консистенция, структура [5].

На твердой агаризованной среде, в зависимости от плотности посева, встречаются изолированные и слившиеся колонии, с обильным ростом, чаще округлой формы, непрозрачные, диаметр колоний - до 30-50 мм, края ровные, цвет белый, профиль выпуклый, поверхность мучнистая, складчатая, консистенция плотная.

По характеру роста и другим признакам культура гриба *Tr. verrucosum* отнесена к варианту *albu* [2].

По данным некоторых исследователей, при микроскопии наблюдается септированный мицелий, а на 5-10 сутки развития обычно появляются концевые хламидоспоры. У старых культур через месяц и более после посева встречаются также артроспоры, которые располагаются по ходу мицелия по 2-3.

Для культивирования гриба могут быть использованы различные специальные питательные среды, но большинство из них является модификацией питательной среды Сабуро. При посеве патологического материала, содержащего споры этого гриба, на 10-20-е сутки при 26-28°C в аэробных условиях появляются кожистые, гладкие, складчатые колонии, иногда с периферической мучнистой зоной. Грибы дают глубокие, мощные ветвления в субстрат [3, 7, 8, 9,].

В зависимости от преимущественной локализации поражения (эпидермис, ногти, волосы) дерматомикозы делят на эпидермомикозы, онихомикозы и трихомикозы. В частности, субстратом питания для этих грибов является кератин, содержащийся в коже и ее производных (6). Поэтому во многих странах мира отработан метод культивирования дерматомицетов на волосах, для чего используют волосы человека (детский, женский) и животных [1].

Цель работы – изучить динамику роста гриба *Trichophyton* при жидкофазном выращивании на среде из концентрата квасного сусла при разных физических параметрах.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнялась на филиале РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» и УО ВГАВМ.

Объекты исследований – штаммы гриба *Tr. verrucosum* № 130 и *Tr. mentagrophytes* № 135.

В качестве питательной основы использовали концентрат квасного сусла (ККС), приготовленный на Полоцком пивзаводе. В ККС устанавливали рН в пределах 7,6-7,8 путем добавления 7,5% раствора бикарбоната натрия. Далее ККС разводили водой до содержания 3% углеводов, оптимизировали по минеральному составу путем включения в него минеральных солей: цинка и меди сульфата, магния, марганца, кобальта, железа и калия хлорида, кальция азотнокислого, калия фосфорнокислого однозамещенного.

В колбы емкостью 750 см<sup>3</sup> вносили по 100 см<sup>3</sup> оптимизированной по минеральному составу среды и стерилизовали при температуре 112-115°C в течение 40 мин.

В жидкую питательную среду вносили посевной материал в объеме 5%, т.е. до содержания в среде 5 млн/см<sup>3</sup> микроконидий. Культивировали грибок при температуре 20, 28 и 35°C в течение 60, 72 и 84 часов на шуттель-аппарате при режиме вращения его платформы 125 об/мин.

Исследования проводили на среде из ККС, содержащей 3% сахаров, агаризованных питательных средах, приготовленных на основе известных прописей и разработанных нами в ходе исследований. Оптимизацию компонентного состава питательной среды проводили традиционными микробиологическими и биохимическими методами, основанными на законах, опи-

сывающих протекание фундаментальных процессов микробисинтеза (процесс размножения несовершенного гриба *Trichophyton*, накопления биомассы и микроконидий, изменение содержания компонентов в питательной среде).

Для подсчета количества микроконидий культуру гриба, выращенную на опытной среде, гомогенизировали в течение 15 мин.

Количество клеток подсчитывали в камере Горяева. Для этого из тщательно перемешенной суспензии брали пробу, разводили стерильным физиологическим раствором в соотношении 1:10, 1:20 и 1:40 в зависимости от ее густоты. Затем готовили 4 пробирки: в первую наливали 4,5 см<sup>3</sup> физиологического раствора, в остальные – по 2,0 см<sup>3</sup>. В первую из них добавляли 0,5 см<sup>3</sup> испытуемой суспензии и тщательно перемешивали, после чего 2,0 см<sup>3</sup> взвеси переносили во вторую и т.д.

Для подсчета количество клеток содержимое из каждого разведения заряжали в камеру Горяева. Подсчет вели в 5 больших квадратах (4 по углам и 1 в центре). Содержание клеток в 1 см<sup>3</sup> суспензии определяли по формуле 1:

$$K = \frac{П+В}{2} \times p \times 10^4 \times 5, \quad (1)$$

где K – искомое число клеток;

П – количество клеток в 5 больших квадратах первой сетки;

В – число клеток в 5 больших квадратах второй сетки;

P – разведение (в 10, 20 или 40 раз).

С целью определения количества жизнеспособных микроконидий культуры гриба разных штаммов, выращенных на опытной среде, гомогенизировали в течение 15 мин. в стерильной камере гомогенизатора. Предварительно в шесть пробирок наливали по 4,5 см<sup>3</sup> стерильного растворителя. Пипеткой брали 0,5 см<sup>3</sup> суспензии гриба и вносили в первую пробирку, перемешивали содержимое пробирки и новой пипеткой брали 0,5 см<sup>3</sup> содержимого из первой пробирки и переносили во вторую пробирку и т.д., то есть, готовили разведения от 10<sup>-1</sup> до 10<sup>-6</sup>.

Из разведений культуры гриба 10<sup>-4</sup>, 10<sup>-5</sup> и 10<sup>-6</sup> производили посев на сусло-агар в чашках Петри. Для чего из каждого разведения культуру гриба набирали пипеткой по 0,5 см<sup>3</sup> суспензии и засеивали в каждую из трех чашек Петри с сусло-агаром. Легким покачиванием чашки равномерно распределяли суспензию по поверхности питательной среды.

Засеянные чашки помещали в термостат при температуре 26-28°C на 10 суток.

Количество выросших колоний гриба подсчитывали на 10 сутки визуально. Затем суммировали количество выросших колоний в трех чашках Петри. Полученную сумму делили на 3 и умножали на степень разведения, при этом полученный результат соответствует количеству жизнеспособных микроконидий в культуре гриба.

Накопление биомассы гриба в динамике развития контролировали методом доведения до постоянного веса в сушильном шкафу при 105°C. Для чего культуры гриба, выращенные на средах разного состава, снимали скребком. Затем сушили биомассу гриба до постоянного значения при 105°C и взвешивали на электронных весах.

Утилизацию углеводов в динамике развития гриба контролировали с помощью антронового метода. Антроновый реактив готовили следующим образом: в мерную колбу через воронку добавляли 0,2 г антрона, а затем серную кислоту до метки (объем колбы - 1,0 дм<sup>3</sup>). Далее определяли количество сахаров: в химически чистые пробирки вносили антроновый реактив в количестве 2,0 дм<sup>3</sup> и 1,0 дм<sup>3</sup> среды до засева и после смыва грибной массы. Далее пробы ставили на водяную баню на 15-20 минут. Пробы охлаждали и определяли оптическую плотность при 620-625 нм на спектрофотометре РД-303 UV.

Важным элементом оптимизации технологического процесса является выбор критерия эффективности. В качестве критерия эффективности использовали такие показатели, как количество мицелия и микроконидий в единице среды, жизнеспособность микроконидий, индекс мицелия- и спорообразования, содержание микроконидий в единице биомассы сухого мицелия.

**Результаты исследований.** Установлено влияние физико-химических параметров, температуры, количества и соотношения микро- и макроэлементов на метаболизм углеводов.

Как состав минеральных компонентов и концентрация углеводов, так и температура и экспозиция процесса оказывают влияние на путь биохимического превращения и накопление энергии, а состав биомассы гриба трихофитона может варьировать в широких пределах. Важен также факт влияния условий культивирования на антигенный и химический состав клеток гриба.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты влияния температуры и экспозиции культивирования *Tr. verrucosum* № 130 и *Tr. mentagrophytes* № 135.

**Таблица 1 – Влияние температурных параметров и экспозиции на выход и спорогенез гриба *Tr. verrucosum* № 130 в среде из концентрата квасного сусла, содержащего 3% углеводов**

№ опыта	Температура среды, °С	Экспозиция, час	Концентрация сухого мицелия в конце роста, %	Содержание микроконидий в конце роста, млн/см <sup>3</sup>	Жизнеспособность микроконидий, %
1	20	60	0,20±0,017	5,5±1,68	13,5±1,68
2	28	60	0,44±0,021	6,3±0,84	15,5±3,36
3	35	60	0,43±0,017	6,3±1,26	14,3±1,68
4	20	72	0,31±0,017	10,5±1,68	24,5±2,52
5	28	72	0,68±0,034	12,0±1,26	22,5±3,36
6	35	72	0,72±0,042	14,3±1,68	23,3±2,10
7	20	84	0,33±0,021	10,8±1,26	24,3±2,94
8	28	84	0,76±0,029	16,0±1,26	25,3±1,68
9	35	84	0,81±0,017	18,0±1,68	26,5±2,94

**Таблица 2 – Влияние температурных параметров и экспозиции на выход и спорогенез гриба *Tr. mentagrophytes* № 135 в среде из концентрата квасного сусла, содержащего 3% углеводов**

№ опыта	Температура среды, °С	Экспозиция, час	Концентрация сухого мицелия в конце роста, %	Содержание микроконидий в конце роста, млн/см <sup>3</sup>	Жизнеспособность микроконидий, %
1	20	60	0,19±0,017	4,8±0,84	18,5±1,68
2	28	60	0,46±0,09	6,0±1,68	24,8±2,52
3	35	60	0,49±0,02	9,8±2,10	24,5±2,52
4	20	72	0,28±0,034	8,0±0,84	17,8±2,52
5	28	72	0,53±0,025	8,3±0,84	18,5±2,10
6	35	72	0,60±0,017	10,5±1,26	17,5±1,68
7	20	84	0,32±0,013	10,5±1,26	15,8±1,68
8	28	84	0,59±0,021	13,8±2,94	23,5±1,68
9	35	84	0,61±0,021	16,0±2,10	27,0±2,52

Данные, сведенные в таблицах, свидетельствуют о том, что наиболее высокое накопление биомассы и микроконидий на оптимизированном по минеральному составу квасном сусле отмечается при температуре 28 °С при всех режимах экспозиции.

Прирост биомассы у трихофитона при температуре 28 °С через 60, 72 и 80 часов роста составил, соответственно, 0,44-0,46%, 0,53-0,68%, 0,59-0,76%, а накопление микроконидий, соответственно – 6,0-6,3 млн/см<sup>3</sup>, 8,3-12,0 млн/см<sup>3</sup>, 13,8-16,0 млн/см<sup>3</sup>.

При температуре 20 °С и экспозиции 60, 72 и 84 часа накопление гриба трихофитона было невысокое и составило, соответственно – 0,19-0,20%, 0,28-0,31% и 0,32-0,33%. Следует отметить, что при выращивании трихофитона на оптимизированном по минеральному составу квасном сусле при 20 °С отмечено скудное накопление микроконидий даже через 84 часа и составило 10,5-10,8 млн/см<sup>3</sup>.

Повышение температуры выращивания гриба до 35 °С при экспозиции 60, 72 и 84 часа не является технологичным, т.к. не способствует достоверному приросту биомассы и микроконидий относительно его культивирования при 28 °С.

**Заключение.** Оптимальный режим выращивания штаммов *Tr. Verrucosum* № 130 и *Tr. Mentagrophytes* № 135 является температура 28 °С и экспозиция 72-84 часа на оптимизированной среде из ККС для высокого накопления биомассы гриба 0,68-0,76% и микроконидий 12,0-16,0 млн/см<sup>3</sup>, *Tr. Mentagrophytes* № 135, соответственно – 0,53-0,56% и 9,0-11,0 млн/см<sup>3</sup>.

**Литература.** 1. Кухар, Е. В. Поверхностное культивирование дерматофитов в целях лабораторной диагностики / Е. В. Кухар, А. У. Байдуйсенова, А. К. Акимбаева // Вестник науки Казахского аграрного университета им. С. Сейфуллина. – 2006. – № 2 (41). – С. 149–156. 2. Насер, А. А. Трихофития крупного рогатого скота в Сирийской Арабской Республике (САР) / А. А. Насер // Бюллетень ВИЭВ. – Москва, 1991. – Вып. 75/76. – С. 142–145. 3. Овчинников, Р. С. Изучение изменчивости морфологических характеристик дерматофитов / Р. С. Овчинников // Вестник РАСХН. – Москва, 1999. – № 5. – С. 37–39. 4. Одноволик, Ю. В. Рост и спорогенез грибов вида *Trichophyton* на партиях сусла-агара, приготовленных из различных сортов пивного сусла / Ю. В. Одноволик // Селекция, кормление, содержание сельско-

хозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства. – 1997. – Вып. 2. – С. 151–154. 5. Ajello, L. Cultural methods for human pathogenic fungi / L. Ajello // J. Chronic Diseases. – 1989. – № 5. – P. 5. 6. Odds, F. 5<sup>th</sup> Conference on Candida and Candidiasis, March 1-4, 1999 in Charlestone South Carolina / F. Odds // Mycology Newsletter. – 1999. – № 1. – P. 9–14. 7. Rabel, G. Dermatophytes the recognition identification / G. Rabel, D. Taplin // Florida. – 1974. – P. 9–14. 8. Scott, D. B. A new variety of *Trichophyton verrucosum* / D. B. Scott // Transaet of the British mycological society. – 1976. – Vol. 67, part 2. – P. 342–344. 9. Star, R. Colony formation in algae / R. Star // Cell. Interact. Berlin. – 1984. – P. 261–282.

Поступила в редакцию 09.03.2020 г.

УДК 637.1/.4:637.075

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ВАНКОМИЦИНУ ЭНТЕРОКОККОВ МОЛОКА СЫРОГО И ТВОРОГА

Кожин В.А., Горюк В.В.

Подольский государственный аграрно-технический университет,  
г. Каменец-Подольский, Украина

В статье представлены результаты исследования видового состава энтерококков, выделяемых из молока сырого и изготовленного из него творога, и их чувствительность к ванкомицину. Установлено, что основными представителями рода *Enterococcus* в молоке сыром являются *E. faecalis* (53,4%) и *E. faecium* (34,7%). Похожая картина наблюдается и в твороге, однако количество *E. faecalis* в 1,4 раза больше, а *E. faecium* - в 2,8 раза меньше, чем в молоке. Также установлено, что 8,1% проб молока сырого контаминировано устойчивыми к ванкомицину энтерококками, в то время в твороге обнаружено в 1,7 раза больше этих бактерий. В основном ванкомицинрезистентные виды бактерий в молоке сыром представлены *E. faecalis* - 91,6%, а в твороге его количество не превышало 7,4%. **Ключевые слова:** молоко сырое, творог, энтерококки, ванкомицинрезистентность.

## SPECIES COMPOSITION AND RESISTANCE TO VANCOMYCIN OF ENTEROCOCCES OF RAW MILK AND COTTAGE CHEESE

Kozhyn V.A., Horiuk V.V.

State Agrarian and Engineering University in Podilya, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

The article presents the results of a study of the species composition of enterococci isolated from raw milk and cottage cheese made from it and their sensitivity to vancomycin. It has been established that the main representatives of the genus *Enterococcus* in milk are *E. faecalis* (53,4%) and *E. faecium* (34,7%). A similar pattern is observed in cottage cheese, however, the amount of *E. faecalis* is 1.4 times greater, and *E. faecium* is 2.8 times less than in milk. It was also found that 8,1% of raw milk samples were contaminated with enterococci resistant to vancomycin, while 1,7 times more of these bacteria were found in cottage cheese. Basically, vancomycin-resistant bacterial species in raw milk are represented by *E. faecalis* – 91,6%, and in cottage cheese its amount did not exceed 7,4%. **Keywords:** raw milk, cottage cheese, enterococci, vancomycin resistance.

**Введение.** Важную и значительную группу микроорганизмов в молоке сыром и молочных продуктах составляют бактерии рода *Enterococcus* [2, 4, 11]. Основным местом обитания энтерококков являются кишечник человека и животных, так как эти бактерии являются их постоянными жителями и составляют резистентную микрофлору [1]. Из этого источника они распространяются и загрязняют окружающую среду. Поэтому исследователи довольно часто обнаруживают эти бактерии в молоке и молочных продуктах, где таковые составляют первичную микрофлору [10]. Энтерококки используются как пробиотики и входят в состав биологически активных веществ, активно участвуют во многих метаболических процессах [12]. Энтерококки в кишечнике коррелируют с уровнем содержания других бактерий, в том числе кишечных палочек, бифидобактерий и лактобацилл [12]. Хотя большинство видов энтерококков является не патогенными для потребителей, есть виды, которые могут вызвать пищевые токсикоинфекции [6].

Важной характеристикой энтерококков, которая вызывает повышенный интерес, является высокая естественная устойчивость их к многим известным антимикробным препаратам. Эти бактерии проявляют повышенную устойчивость к таким антибиотикам, как пенициллины, аминогликозиды, гликопептиды и другим препаратам. Сложным вопросом остается изучение распространения в пищевых продуктах популяций энтерококков с множественной антибиотикоустойчивостью и различными наборами факторов вирулентности, которые представляют опасность для людей [15]. Распространение таких штаммов ученые объясняют высокой устойчивостью энтерококков к факторам внешней среды, интенсивным и неконтролируемым использованием антибиотиков, способностью энтерококков активно обмениваться генетической информацией как между различными видами рода, так и с гетерологичными микроорганизмами [6, 13].

Важным с научной и практической точек зрения остается вопрос распространения через пищевые продукты энтерококков, устойчивых к ванкомицину (VRE) [1, 7]. Этот антибиотик относится к группе резервных и используется для лечения стафилококковых, энтерококковых и других инфекций. Для инфекций, вызванных VRE, характерным является быстрое распространение и сравнительно высокий уровень заболеваемости среди пациентов [8, 9]. Одна из причин высокой смертности - существенные ограничения, связанные с выбором эффективных этиотропных средств лечения для борьбы с указанными возбудителями. Пищевые продукты животного происхождения могут быть резервуаром VRE и играть существенную роль в распространении и передаче их человеку [3, 5, 14]. Поэтому изучение распространения бактерий рода *Enterococcus* в пищевых продуктах, их видовой состав и чувствительность к антибактериальным препаратам является актуальным.

Цель работы - определить видовой состав и устойчивость к ванкомицину энтерококков молока сырого и изготовленного из него творога, которые реализуются на агропродовольственных рынках Украины.

**Материалы и методы исследований.** Исследовали 115 изолятов *Enterococcus spp.*, выделенных за последние два года из 48 проб молока сырого и 94 проб творога, отобранных на агропродовольственных рынках Украины.

Выделение энтерококков осуществляли на Bile Esculin Azide Agar (Himedia, Индия). Культивировали посеvy при температуре 37°C в течение 24-48 часов.

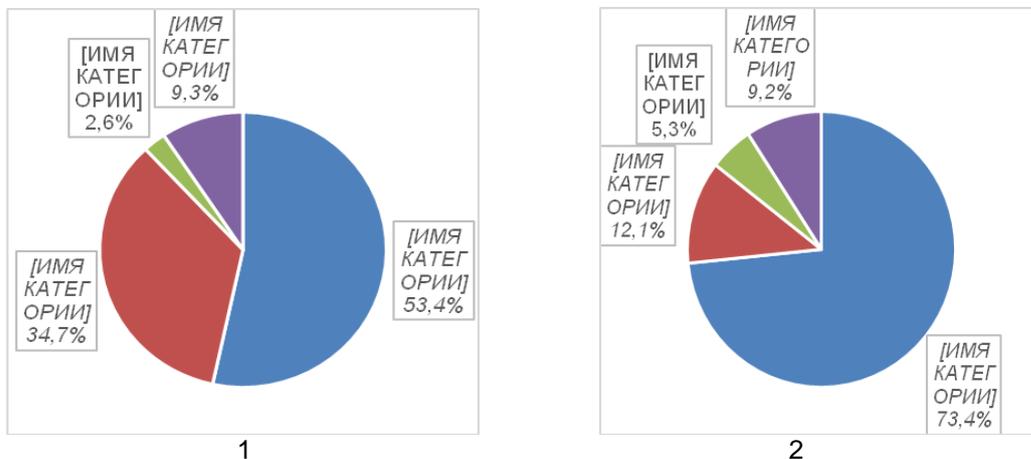
Видовую идентификацию бактерий осуществляли с помощью тест-систем Enterococcus-test (PLIVA-Lachema Diagnostika, Чехия) и программно-аппаратного комплекса MALDI-TOF Biotyper (Bruker Daltonics GmbH, Германия).

Для выделения ванкомицинрезистентных энтерококков использовали хромогенную среду chromID VRE (BioMérieux, France). Для подтверждения VRE определяли МПК ванкомицина и тикоплана методом Etest (BioMérieux, Франция) в соответствии со стандартами CLSI: ванкомицин ≤4 мкг/мл (чувствительные), 8-16 мкг/мл (мало чувствительные), ≥32 мкг/мл (устойчивые) и тикопланин ≤8 мкг/мл (чувствительные), 8-16 мкг/мл (мало чувствительные), ≥32 мкг/мл (устойчивые).

Статистическую обработку результатов осуществляли методами вариационной статистики с использованием программы Statistica 7.0 (StatSoft Inc., USA). Применяли непараметрические методы исследований (критерии Уилкоксона, Манна-Уитни). Определяли среднее арифметическое (x), стандартную ошибку средней величины (SE). Разницу между сравнимыми величинами считали достоверной при P<0,05.

**Результаты исследований.** Проведена видовая идентификация и определена чувствительность к ванкомицину бактерий рода *Enterococcus*. При этом исследования были спланированы так, чтобы определить видовой состав энтерококков молока сырого и изготовленного из него творога, а затем сравнить их устойчивость к антибиотику. Проведенные таким образом исследования позволят установить влияние технологии изготовления, а именно температуры, на видовой состав энтерококков и сравнить их чувствительность. Согласно результатам исследований [2] считается, что действие повышенных температур стимулирует стресс-протеины в клетке энтерококков, в результате чего они приобретают повышенную устойчивость к факторам окружающей среды: повышенной концентрации солей, pH, перекиси водорода, этанола и других.

Результаты идентификации бактерий рода *Enterococcus*, выделенных из молока сырого и творога, приведены на рисунке 1.



1 – состав энтерококков, выделенных из молока сырого; 2 - состав энтерококков, выделенных из творога

**Рисунок 1 - Видовой состав бактерий рода *Enterococcus***

Как видно из рисунка 1, из молока сырого нами выделено и идентифицировано три вида бактерий рода *Enterococcus*: *E. faecalis*, *E. faecium* и *E. durans*. Основная часть выделенных энтерококков молока представлена видом *E. faecalis* - 53,4%, доля *E. faecium* в 1,5 раза меньше ( $P \leq 0,05$ ) и составляла 34,7%, а количество *E. durans* не превышало 10% от всех идентифицированных энтерококков. Энтерококки, которые проявляют родственные свойства и слабо дифференцируются, составляли 2,6%.

Доминировали в видовом составе творога микроорганизмы *E. faecalis*, которые составляли 73,4%, что в 1,37 раза ( $P \leq 0,05$ ) больше, чем в молоке сыром. Количество бактерий *E. faecium* в твороге составляло 12,1%, что в 2,86 раза ( $P \leq 0,05$ ) меньше, чем их содержание в молоке сыром, а вид *E. durans* составлял 5,3%. Также отмечали увеличение в 3,5 раза ( $P \leq 0,05$ ) доли неидентифицированных видов энтерококков в твороге (составляли до 9,2%) по сравнению с молоком.

Итак, проведенные исследования указывают, что видовым составом энтерококков, который доминирует в молоке сыром и твороге, является *E. faecalis*, который составляет 53,4 и 73,4% соответственно, и, по нашему мнению, имеет фекальное происхождение.

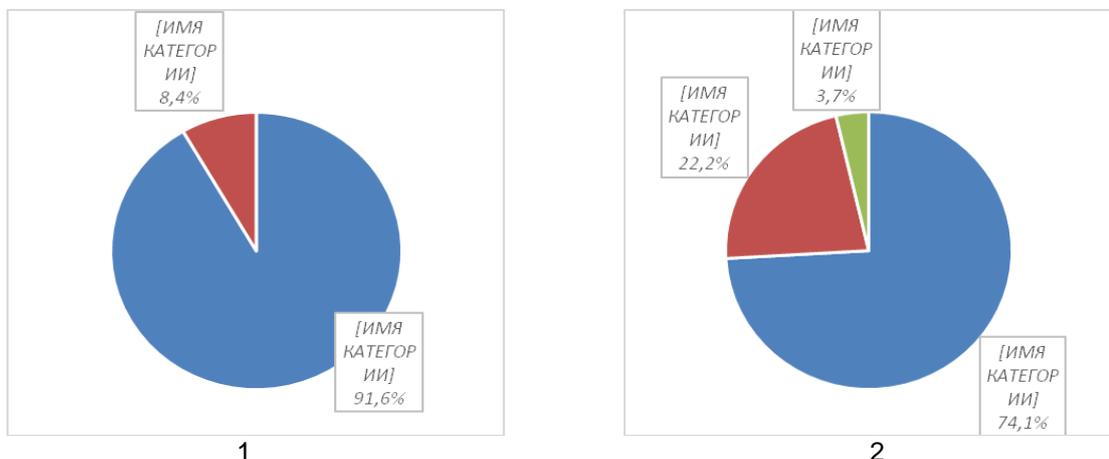
Увеличение в среднем в 1,4 раза *E. faecalis* в твороге связано с дополнительным загрязнением его во время технологии изготовления, хранения и реализации, или этот вид является более устойчивым, по сравнению с другими видами, к температуре, которую используют при изготовлении творога. Чрезмерный рост этого вида является не только показателем нарушения санитарно-гигиенических требований производства, но и может быть причиной инфицирования людей данным продуктом. Это связано с тем, что взгляды на наличие энтерококков в пищевых продуктах неоднозначны. Некоторая часть ученых считает их представителями нормальной микрофлоры кишечника человека, так как они проявляют пробиотические свойства [12], а другая часть склоняется к мнению, что этот вид относится к условно-патогенным бактериям и может вызывать различные воспалительные заболевания, пищевые отравления у людей и животных [1, 2].

Особое внимание уделяют ванкомицинрезистентному энтерококку. Учитывая постоянное присутствие энтерококков в кишечнике животных, а также интенсивное использование антимикробных препаратов для профилактики и лечения бактериальных инфекций, существует реальная опасность передачи человеку генов антибиотикорезистентности и вирулентности. Однако, несмотря на важность и практическую значимость проблемы распространения антибиотикорезистентных популяций микроорганизмов в Украине, недостаточно объективных данных о возможном резервуаре и источнике распространения генов антибиотикорезистентности известных патогенов человека, в том числе генов ванкомицинрезистентности.

Результаты исследования распространения ванкомицинрезистентных энтерококков в молоке сыром и твороге представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

**Таблица 1 - Частота выделения ванкомицинрезистентных энтерококков из молока сырого и творога**

Объект исследований	Исследовано образцов		Количество VRE	
	n	%	n	%
Молоко сырое	48	100	4	8,3
Творог	94	100	13	13,8



1 – состав энтерококков, выделенных из молока сырого; 2 - состав энтерококков, выделенных из творога

**Рисунок 2 - Видовой состав ванкомицинрезистентных энтерококков**

В результате проведенных исследований определили, что 8,3% проб молока сырого были контаминированы ванкомицинрезистентными энтерококками, в то же время в твороге выделено в 1,7 раза ( $P < 0,05$ ) больше этих бактерий. Идентификация VRE определила присутствие двух видов: *E. faecalis* и *E. faecium*. В основном, VRE молока сырого представлены видом *E. faecalis*, так как на его долю приходится 91,6%. В твороге отмечено увеличение доли VRE за счет *E. faecium* в 2,6 раза ( $P < 0,05$ ) по сравнению с молоком сырым.

Таким образом, исследования указывают на возможность селекции в твороге, который поступает для реализации на агропродовольственных рынках, бактерий вида *E. faecalis* с устойчивыми свойствами к антибиотикам. Это, в свою очередь, может формировать устойчивые штаммы данных бактерий в желудочно-кишечном тракте людей - потребителей творога.

**Заключение.** 1. В твороге среди энтерококков доминирует вид *E. faecalis*, который составляет 73,4%, что в 1,37 раза ( $P < 0,05$ ) больше, чем в молоке сыром. Количество бактерий *E. faecium* в твороге составило 12,1%, что в 2,9 раза ( $P < 0,05$ ) меньше, чем в молоке, а вид *E. durans* составил 5,3%.

2. Установлено, что 8,1% проб молока сырого контаминированы VRE, в то время в твороге выявлено в 1,7 раза ( $P < 0,05$ ) больше этих бактерий. В основном VRE молока сырого представлены *E. faecalis* - 91,6%, а в твороге его количество не превышало 7,4%.

**Литература.** 1. Ahmed, M.O. Vancomycin-resistant enterococci: a review of antimicrobial resistance mechanisms and perspectives of human and animal health / M. O. Ahmed, K. E. Baptiste // *Microbial Drug Resistance*. – 2018. – № 24(5). – P. 590–606. 2. Al-Shammery, A.H.A. Run-off Patterns of Vancomycin Resistant Enterococci (VRE clones) in Cows Raw Milk and Imported Milk Powders at Baghdad Markets / A. H. A. Al-Shammery // *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*. – 2019. – № 43(2). – P. 61–66. 3. Arias, C. A. The rise of the Enterococcus: beyond vancomycin resistance / C. A. Arias, B. E. Murray // *Nat. Rev. Microbiol.* – 2012. – № 10. – P. 266–278. 4. Call, D. R. Antimicrobial resistance in beef and dairy cattle production / D. R. Call, M. A. Davis, A. A. Sawant // *Animal Health Research Reviews*. – 2008. – № 9(2). – P. 159–167. 5. Transcriptional analysis of virulence-related genes in enterococci from distinct origins / A. Carlos [et al] // *J. Appl. Microbiol.* – 2010. – № 108. – P. 1563–1575. 6. Distribution of antibiotic resistance genes in *Enterococcus* spp. isolated from mastitis bovine milk / G. Erbas [et al] // *Acta Veterinaria*. – 2016. – № 66(3). – P. 336–346. 7. Foka, T. Detection of Virulence Genes in Multidrug Resistant Enterococci Isolated from Feedlots Dairy and Beef Cattle: Implications for Human Health and Food Safety / T. Foka, F. Eric, C. N. Ateba // *BioMed research international*. – 2019. – P. 1–14. 8. Evaluation of antimicrobial resistance and virulence of enterococci from equipment surfaces, raw materials, and traditional cheeses / R. Gaglio[et al] // *International journal of food microbiology*. – 2016. – № 236. – P. 107–114. 9. Giraffa G. Isolation of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* from Italian cheeses / G. Giraffa, A. M. Olivari, E. Neviani // *Food Microbiology*. – 2000. – №17(6). – P. 671–677. 10. Detection of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* hospital-adapted lineages in municipal wastewater treatment plants indicates widespread distribution and release into the environment / T. Gouliouris [et al] // *Genome research*. – 2019. – № 29(4). – P. 626–634. 11. Hamzah, A. M. Isolation and identification of *Enterococcus faecalis* from cow milk samples and vaginal swab from human / A. M. Hamzah, H. K. Kadim // *Entomol Zool Sci*. – 2018. – № 6. – P. 218–222. 12. Probiotic properties of *Enterococcus* isolated from artisanal dairy products / Y. Nami [et al] // *Frontiers in microbiology*. – 2019. – №10. – P. 1–13. 13. Occurrence of enterococci in mastitic cow's milk and their antimicrobial resistance / H. Rózańska [et al] // *Journal of veterinary research*. – 2019. – № 63(1). – P. 93–96. 14. Review of antimicrobial resistance surveillance programmes in livestock and meat in EU with focus on humans / R. Schrijver [et al] // *Clinical microbiology and infection*. – 2018. – № 24(6). – P. 577–590. 15. Antimicrobial resistance and virulence genes of *Enterococcus faecalis* isolated from subclinical bovine mastitis cases in China / F. Yang [et al] // *Journal of dairy science*. – 2019. – № 102(1). – P. 140–144.

Поступила в редакцию 02.04.2020 г.

УДК 619:576.89:004.4

#### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАЗАРИТОВ МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА

Конахович И.К., Мироненко В.М.

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

Использование разработанной компьютерной программы для идентификации паразитов мелкого рогатого скота позволяет точно осуществлять идентификацию возбудителей паразитозов с минимальными временными затратами. **Ключевые слова:** паразит, база данных, мелкий рогатый скот, идентификация, диагностика.

## SOFTWARE DEVELOPMENT FOR IDENTIFICATION PARASITES OF SHEEP AND GOATS

Kanakhovich I.K., Miranenko V.M.

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

*Using the developed computer program for the identification parasites of sheep and goats, allows execute precisely identification of causative agents of parasitic diseases with minimal time lost. **Keywords:** parasite, database, goats and sheep, identification, diagnostics.*

**Введение.** Для проведения эффективных мероприятий по борьбе с паразитозами первоочередным является правильность и своевременность постановки диагноза, то есть – идентификация паразита. Однако, выполнение этой операции, даже у подготовленного по программе специализации дипломированного специалиста, требует значительного количества времени, связанного с сопоставлением установленных деталей строения выявленных паразитов с такими, изложенными в объемной справочной литературе. Своевременное выявление опасных биологических агентов в исследуемых образцах тех или иных компонентов окружающей среды позволит своевременно принять адекватные меры.

Одним из путей решения данной проблемы является автоматизация идентификации биологических агентов с использованием специальных компьютерных программ. В настоящее время информационные технологии являются обязательным элементом производственных процессов в ветеринарии. В мире известно немало примеров разработки автоматизированных систем учета противоэпизоотических мероприятий [2, 6, 11, 13].

Что касается паразитологических исследований, то работа, которая была опубликована по этой теме (Georgi J.R. в 1987 г.), касалась распознавания объектов по нескольким морфологическим признакам [14]. В следующей работе, посвященной этой теме, проведена идентификация с помощью дискриминантного анализа некоторых видов паразитологических объектов [15]. В работах [3-4] показано, что видовая идентификация паразитологических объектов может быть произведена на основе многофакторного математического анализа. Разработанные на сегодняшний день программные продукты, обладают широчайшими функциональными возможностями в области идентификации паразитов и мониторинга паразитозов: интеллектуальная система распознавания и анализа изображений микроскопических паразитологических объектов [7], информационная система эпизоотического мониторинга и прогнозирования паразитозов [8, 9, 10] и другие. В системе идентификации выявленных паразитических объектов двухмерное изображение несет достаточно информации для идентификации мелких объектов (ооцисты эймерий и яйца гельминтов до 300 мкм). Для более крупных объектов достаточно информации несет только трехмерная модель. С учетом современного развития техники идентификация этих объектов оптимальна в неавтоматическом режиме, при помощи оператора, работающего с базой, содержащей систему объективных критериев. В связи с вышесказанным актуальным является разработка электронной системы идентификации возбудителей паразитозов, которая будет описана в трехмерной системе.

**Материалы и методы исследований.** Цель исследования – создать программное обеспечение для идентификации паразитов мелкого рогатого скота. В ходе исследований применялись: макроскопические и микроскопические методы, методы объектно-ориентированного и процедурного программирования, численные методы, статистические методы, а также морфологические методы исследований.

**Результаты исследований.** При создании программного обеспечения для идентификации паразитов мелкого рогатого скота в первую очередь необходимо было разработать систему универсальных критериев идентификации всех классифицируемых объектов (диапазоны размера, цвета, формы, отличительные особенности и др.). Разработка системы была основана на детальном изучении и анализе научных работ мировых авторов и на результатах собственных исследований. При разработке электронной системы идентификации все классифицируемые объекты были отнесены к классам различных уровней. Осуществляли эту классификацию согласно общепринятой номенклатуре возбудителей.

База данных – это информационная модель, позволяющая упорядоченно хранить данные о группе объектов, обладающих одинаковым набором свойств [1, 5]. Для построения базы данных необходимо определить предметную область, сущности и связи, создать ER – диаграмму базы данных, а затем заполнить ее необходимыми данными. Все ключевые слова, имена таблиц и имена столбцов представляются символами кодировки ASCII (иначе говоря – латинскими буквами). Под предметной областью понимают – часть реального мира, подлежащую изучению с целью создания базы данных [5]. К основным объектам предметной области разработанной базы данных относятся: вид и род паразита, особенности строения взрослой особи, особенности строения личинки и яйца, место локализации, методы диагностики и клинические признаки.

Сущность – тип объекта, информация о котором должна сохраняться в базе данных и быть доступна [1]. К основным типам сущности относятся: тип паразита, класс паразита, отряд паразита, подотряд, семейство, род, вид, строение паразита, строение личинки паразита, строение яйца паразита, метод диагностики, место локализации паразита и т.д. Каждый тип сущности характеризуется своим набором атрибутов (характеристик). Например, такой тип сущности, как «Строение яйца паразита» (*structure\_of\_egg*), характеризуется такими атрибутами, как индивидуальный номер строения яйца, форма яйца, размер яйца, цвет яйца, отличительные особенности строения яйца. Тип сущности «Семейство паразита» (*family\_of\_parasite*) характеризуется следующими атрибутами: индивидуальный номер семейства, название семейства и особенности строения паразита, характеризующие определенное семейство. Тип сущности «Методы диагностики» (*methods\_of\_diagnostics*) характеризуется: индивидуальным номером метода диагностики и конкретным методом диагностики. Каждая сущность, вместе с ее атрибутами, оформляется в отдельную таблицу.

Между двумя сущностями устанавливается ассоциация или связь. В предложенной базе данных используются три типа связи между сущностями: 1:М (один ко многим), М:М (многие ко многим), 1:1 (один к одному). Например, между сущностями «Род паразита» (*kind\_of\_parasite*) и «Вид паразита» (*speacies\_of\_parasite*) существует связь 1:М, связь является обязательной с обеих сторон. Каждый род паразита может включать в себя несколько видов паразитов. В обратном направлении, каждый вид должен относиться только к одному роду. А вот между сущностями «Род паразита» (*kind\_of\_parasite*) и «Локализация паразита» (*localization\_of\_parasite*) существует связь М:М, каждый род может иметь несколько мест локализации. В обратном направлении, в одном месте могут локализоваться паразиты, относящиеся к нескольким родам. Между сущностями «Вид паразита» (*speacies\_of\_parasite*) и «Строение паразита» (*structure\_of\_parasite*) существует связь 1:1. Каждый вид паразита имеет определенное строение. В обратном направлении, определенное строение паразита относится только к одному виду. Таким образом, связаны все сущности в базе данных.

Для упорядоченного хранения и обработки универсальных критериев использовали систему управления базами данных MySQL. СУБД (система управления базами данных) – программное обеспечение, необходимое для управления базами данных, обработки хранимой информации, ее сортировки и выборки по различным критериям [1, 5]. База состоит из таблиц и запросов. Для хранения данных используется 18 таблиц. Каждый столбец в таблице имеет уникальное имя, одинаковые строки в таблице отсутствуют, все строки, составляющие таблицу имеют первичный ключ. Первичный ключ – уникальный идентификатор для одной таблицы [1]. Для таблицы «Род паразита» ключевым атрибутом (первичным ключом) является индивидуальный номер рода (*id\_kind*), для таблицы «Локализация паразита» ключевым атрибутом будет индивидуальный номер локализации паразита (*id\_localization*), для таблицы «Методы диагностики» – индивидуальный номер метода диагностики (*id\_methods\_of\_diagnostics*) и т.д. Первичный ключ задается для каждой таблицы, и для каждой таблицы он является уникальным. В связанных таблицах происходит сопоставление ключей из разных таблиц. В строках таблиц часть полей содержит данные, относящиеся непосредственно к данной таблице, а часть – ссылки на записи других таблиц. Таким образом, база данных, по сути, представляет собой двумерную таблицу.

Запрос – это средство выбора необходимой информации из таблиц базы данных [1, 12]. В нашей работе использованы запросы на выборку и объединение. Разработанная база данных хранит в себе более 50 запросов. С помощью запросов, выбрав необходимые признаки взрослой особи, личинки или яйца можно определить родовую принадлежность паразита. В одной из форм, выбрав род и вид паразита, можно узнать особенности его строения. Имеются формы, в которых можно увидеть изображение выбранного гельминта, его яйца или личинки. В простых запросах можно по роду и виду возбудителя узнать места его локализации, методы диагностики, клинические признаки и др. Имеются также сложные запросы, с множеством параметров. В форме диалогового окна сложного запроса имеется возможность выбрать особенности строения яйца, личинки или взрослой особи, а также применяемый метод диагностики, и идентифицировать по этим параметрам возбудителя до рода. Существует возможность просмотреть список всех паразитирующих у мелкого рогатого скота гельминтов, а также список применяемых методов диагностики и клинических признаков, проявляющихся при определенном паразитозе. Во время работы с программой, при вводе неверных данных, появляется информационное окно, сообщающее пользователю об ошибках. В программе имеется «Справка» и краткая инструкция о том, как пользоваться программой.

Для запуска программы необходимо запустить файл с расширением *.exe*. При запуске программы появляется окно настроек подключения. В выпадающем списке пользователю предлагается выбрать драйвер базы данных, ввести имя сервера, имя пользователя, имя базы данных и пароль. После нажатия кнопки «ОК» появляется главное окно программы. Графический

интерфейс приложения разработан в среде визуального проектирования Qt Designer на языке C++, путем создания форм окон, на основе предоставляемых средой шаблонов. Главное окно программы содержит: текстовый заголовок, рамку, меню, панель инструментов, рабочую область, кнопку для изменения размеров окна, а также клавиши «Заккрыть», «Свернуть» и «Развернуть» окно. Работа в программе осуществляется посредством диалоговых окон.

**Заклучение.** В результате проведенных исследований было разработано программное обеспечение, применяемое для идентификации и дифференциальной диагностики паразитов мелкого рогатого скота. Созданный программный продукт осуществляет идентификацию возбудителей паразитозов в минимальные временные сроки. При использовании данной программы нет необходимости обращения к многочисленной справочной литературе. Графический интерфейс программного продукта интуитивно понятный, доступная для быстрого понимания логика позволяет быстро осваивать и эффективно пользоваться программой.

**Литература.** 1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. – 8-е изд. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1328 с. 2. Качкин, М. В. Комплексная эпизоотологическая оценка проявления туберкулиновых реакций у животных на территориальном и популяционном уровне с использованием информационных технологий : автореф. дис. ... канд. вет. наук : 16.00.03 / М. В. Качкин; Ин-т эксперимент. вет. Сибири и Дальнего Востока Сибирского отд. рос. акад. с.-х. наук. – Новосибирск, 2007. – 23 с. 3. Корчевская, Е. А. Анализатор изображения биологических микробъектов / Е. А. Корчевская, В. М. Мироненко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины : научно-практический журнал. – Витебск, 2011. – Т. 47, вып. 2, ч. 1. – С. 47–53. 4. Корчевская, Е. А. Идентификация вида эймерий на основе двухмерного математического анализа строения ооцист / Е. А. Корчевская, В. М. Мироненко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины : научно-практический журнал. – Витебск, 2009. – Т. 45, вып. 2, ч. 1. – С. 123–126. 5. Кузнецов, М. В. MySQL 5 / М. В. Кузнецов, И. В. Симдянов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 1024 с. 6. Макаров, А. С. Организация сервиса в ветеринарных учреждениях на основе компьютерных технологий : автореф. дис. ... канд. вет. наук : 16.00.03 / А. С. Макаров; Казанская гос. акад. вет. мед. им. Н. Э. Баумана. – Казань, 2006. – 22 с. 7. Мироненко, В. М. ИТ идентификация возбудителей паразитозов / В. М. Мироненко, Е. А. Корчевская // Паразитозы животных в Национальном парке «Припятский» и меры борьбы с ними с использованием ИТ-технологий : монография / Е. А. Корчевская [и др.]. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2014. – 42 с. 8. Мироненко, В. М. Идентификация возбудителей паразитозов с помощью искусственного интеллекта на основе многослойного персептрона / В. М. Мироненко, Е. А. Корчевская // Современные аспекты патогенеза, клиники, диагностики, лечения и профилактики паразитарных заболеваний : труды VIII Республиканской научно-практической конференции с международным участием, Витебск, 2012 г. / ВГМУ ; редкол.: В. Я. Бекиш [и др.]. – Витебск, 2012. – С. 116–119. 9. Мироненко, В. М. Информационная система эпизоотического мониторинга и прогнозирования паразитозов / В. М. Мироненко // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник статей X Международной научно-практической конференции (4-5 февраля 2015 г.) : в 3 кн. – Барнаул : РИО АГАУ, 2015. – Кн. 3. – С. 273–274. 10. Мироненко, В. М. Компьютерная диагностика паразитозов / В. М. Мироненко, Е. А. Корчевская // Ветеринария и кормление. – 2009. – № 6. – С. 63–64. 11. Муллахметов, Р. П. Система статистического и экономического анализа противозепизоотических мероприятий на основе компьютерных технологий : автореф. дис. ... канд. вет. наук : 16.00.03 / Р. П. Муллахметов ; Казанская гос. акад. вет. мед. им. Н. Э. Баумана. – Казань, 2005. – 20 с. 12. Форта, Б. Освой самостоятельно SQL. 10 минут на урок / Б. Форта. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. – 288 с. 13. Чукавин, Г. П. Совершенствование автоматизированной системы эпизоотологического мониторинга с использованием основных принципов эпизоотологической диагностики : автореф. дис. ... канд. вет. наук : 16.00.03 / М. В. Качкин ; Ин-т эксперимент. вет. Сибири и Дальнего Востока Сибирского отд. рос. акад. с.-х. наук. – Новосибирск, 2008. – 19 с. 14. Georgi, J. R. Identification of strongylid eggs by multivariate analysis of morphometrics. Programme and abstracts / J. R. Georgi. – 1987. – P. 51. 15. Jay, R. Diagnostic Morphometry: Identification of Helminth Eggs by Discriminant Analysis of Morphometric Data / R. Jay, R. Geo, E. McCulloch // Proc. Helminthol. Soc. Wash. – 1989. – № 56(1). – P. 44–57.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 619:616.72-002.78:636.5.034

## СТРУКТУРА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НЕЗАРАЗНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ БЕЛАРУСИ

Насонов И.В.

РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелеского»,  
г. Минск, Республика Беларусь

В статье приведены результаты изучения структуры заболеваемости незаразными болезнями в промышленном птицеводстве Беларуси на основании патологоанатомического диагноза. Показано,

что наибольший удельный вес среди заболеваний незаразной этиологии у бройлеров занимают болезни обмена веществ – до 42% и постэмбриональные дистрофии – до 51% от павшей птицы. Наибольший удельный вес среди заболеваний незаразной этиологии у несушек составляют болезни органов пищеварения – до 39% от павшей птицы. Высокая доля болезней органов размножения среди незаразных патологий у яйценоских пород кур – до 22% напрямую связана с направлением их выращивания для производства яиц. Более низкая доля заболеваемости болезнями обмена веществ и болезнями органов дыхания у яйценоских кур, по сравнению с бройлерами, связана с менее интенсивным их ростом, а также обусловлена условиями их выращивания, в первую очередь, плотностью посадки. **Ключевые слова:** куры, патологоанатомическая диагностика, незаразные болезни, несушки, бройлеры.

## THE STRUCTURE OF INCIDENCE OF NON-INFECTIOUS DISEASES IN INDUSTRIAL POULTRY OF BELARUS

Nasonov I.V.

RUE «Institute of Experimental Veterinary Sciences named after S.N. Vysheleski»,  
Minsk, Republic of Belarus

*The article presents the results of studying the structure of the incidence of non-infectious diseases in the industrial poultry of Belarus on the basis of the path anatomical diagnosis. It is shown that the largest share among diseases of non-infectious etiology among broilers is occupied by metabolic diseases - up to 42% and postembryonic dystrophies - up to 51% of dead birds. The largest share among diseases of non-infectious etiology in laying hens is constituted by diseases of the digestive system - up to 39% of dead birds. A high proportion of diseases of the reproductive organs among non-infectious pathologies in egg breeds of hens - up to 22% are directly related to the direction of their cultivation for egg production. The lower incidence of metabolic diseases and respiratory diseases in egg chickens compared to broilers is associated with their less intensive growth, and also due to the conditions of their cultivation, primarily the density of planting. **Keywords:** hens, pathological anatomical diagnostics, non-infectious diseases, laying hens, broilers.*

**Введение.** Промышленное птицеводство Беларуси – наиболее динамично развивающаяся и наукоемкая отрасль агропромышленного комплекса. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, на 1 января 2020 года общее количество промышленной птицы составляло 48 190 000 особей. Бройлеров насчитывалось более 35 миллионов, несушек – более 10 миллионов, уток – около 400 тысяч, индеек – более 120 тысяч, других видов птиц (перепела, цесарки, гуси и др.) – более 2500 тысяч. Годовой оборот цыплят-бройлеров за 2019 год составил более 300 миллионов.

Своевременная диагностика, профилактика и лечение болезней птиц в условиях интенсивной промышленной технологии птицеводства являются одними из важнейших факторов роста продуктивности, от которой зависит рентабельность производства. Среди болезней промышленных бройлеров и несушек наибольшее распространение имеют незаразные патологии, на которые, по данным статистической отчетности, в странах с развитым промышленным птицеводством приходится 94-98% от павшей птицы, а на инфекционные болезни – менее 6% [1, 8].

Схожая ситуация по заболеваемости птицы инфекционными болезнями наблюдается и в Республике Беларусь. Так, по данным Департамента ветеринарного и продовольственного надзора Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, на отдельных птицефабриках страны отмечены случаи заболевания птиц бактериальными инфекциями: колибактериоз – 28, сальмонеллез – 6, протейные инфекции – 3, стрептококкоз – 1, стафилококкоз – 1, псевдомоноз – 1. Заболеваний вирусной этиологии не выявлено.

Болезни незаразной этиологии, как правило, возникают от воздействия неблагоприятных факторов, нарушения технологии кормления, ухудшения качества кормов и их компонентов, в стрессовых ситуациях. В отличие от инфекционных, болезни незаразной этиологии имеют широкое распространение во всех без исключения хозяйствах, и их количество зависит от условий кормления, содержания, технологии производства [1, 3, 4, 5, 7, 8].

Б.Ф. Бессарабов и др. предложили такую классификацию незаразных болезней птиц: болезни органов пищеварения, алиментарные дистрофии, гиповитаминозы, каннибализм, постэмбриональная дистрофия, болезни половых органов, болезни органов дыхания, гепатиты, гепатозы [1]. Отдельно можно выделить такие часто встречающиеся болезни, как нефриты и нефрозы, а также мочекислый диатез (подагра) [2, 3, 6].

Комплексное изучение распространения болезней незаразной этиологии на птицефабриках мясного и яичного направления Республики Беларусь не проводилось.

Целью наших исследований являлось изучение структуры заболеваемости незаразными болезнями в промышленном птицеводстве Беларуси.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнялась на промышленных предприятиях птицеводства мясного и яичного направления. Изучение распространения незаразных

болезней птиц объективно можно проводить только на основании патологоанатомического диагноза. У живой птицы по клиническим признакам можно диагностировать только суставную подагру.

Следует также отметить, что на основании данных ветеринарной отчетности невозможно выделить гибель птицы именно по причине конкретной патологии, так как подаются данные по гибели птицы от незаразных болезней без расшифровки. Поэтому наиболее объективную оценку структуры незаразных патологий промышленной птицы можно дать по данным журналов патологоанатомического вскрытия, которые ведут врачи-диагносты птицефабрик.

**Результаты исследований.** Структуру заболеваемости промышленной птицы незаразными болезнями изучали на 5 птицефабриках бройлерного направления и 3 птицефабриках яичного направления Минской, Брестской, Гомельской и Могилевской областей. Проводился анализ заболеваемости птиц по данным журналов патологоанатомического вскрытия за последние 5 лет. В таблице 1 приведены обобщенные данные по заболеваемости цыплят-бройлеров в процентах от павшей птицы. Суммарно заболеваемость может превышать 100%, так как у некоторых птиц на вскрытии ставят несколько диагнозов. Так как эти данные между птицефабриками отличались незначительно, в таблице приведены интервалы колебаний заболеваемости.

**Таблица 1 – Структура заболеваемости цыплят-бройлеров незаразными патологиями, %**

Патологоанатомический диагноз	2015	2016	2017	2018	2019
Болезни обмена веществ	40-42	30-33,9	28-33	34-35	38-42
Эмбриональное недоразвитие	40-44	38-40	47-50	48-51	40-42
Авитаминоз	0,8-1,3	0,8-1,0	1,5-1,7	1,4-1,6	1,2-1,4
Алиментарная дистрофия	10-13	10-14,2	8-10	8-11,6	15-17
Мочекислый диатез	0,2-0,6	0,1-0,6	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
Нефрит, нефроз	25-29	30-31,8	21-25,5	22-24	26-27,3
Расклев	0,1-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Омфалит	10-12	10-12,7	9-13	9-11,3	9-11
Болезни органов пищеварения	35-37,3	36-38	37-40	36-39	33-36
Болезни органов дыхания	18-20,6	25-26,5	24-26,5	21-24,6	20-22
Прочие болезни	0,0	1,1-1,4	0,8-1,0	0,2-0,3	0,1

Анализ таблицы 1 показывает, что наибольший удельный вес среди заболеваний незаразной этиологии у бройлеров занимают болезни обмена веществ (до 42%) и постэмбриональные дистрофии (до 51%). Большой падеж цыплят-бройлеров от болезней эмбрионального недоразвития происходит, как правило, в первые 7 дней жизни. Причем наибольший удельный вес занимает нерассосавшийся желток (до 65%). Эта патология связана с нарушениями режима инкубации, неполноценным кормлением кур родительского стада и возможным инфицированием желтка [6]. Если анализировать динамику болезней эмбрионального недоразвития по годам, то следует отметить значительное повышение заболеваемости в 2017-2018 годах с последующим снижением в 2019 году. Болезни же обмена веществ, наоборот, имели тенденцию к снижению в 2016-2018 гг., однако в 2019 году снова наблюдалось повышение заболеваемости.

Далее по количеству случаев шли заболевания органов пищеварения (до 40%). В первые 10 дней жизни цыплят в основном наблюдаются кутикулиты. Кутикулиты часто имеют эмбриональное происхождение. Кутикула представляет собой хитиноподобное образование, покрывающее слизистую оболочку мышечного желудка, защищающее ее от повреждений. У цыплят в возрасте более 15 дней и до убоя отмечают гастроэнтериты, что часто связано с недоброкачественным кормлением, нарушением режима кормления, иногда с инфекционными патологиями. К этой же категории болезней относят и гепатозы, которые отмечают, начиная с 15-дневного возраста. Причиной гепатозов могут быть прогорклые жиры, недостаток витаминов Е и К, метионина, селена и др. в рационе птицы. Динамика заболеваемости бройлеров болезнями органов пищеварения за последние годы остается стабильной, не испытывая сильных колебаний.

Достаточно большой удельный вес в структуре заболеваний незаразной этиологии у бройлеров занимают болезни почек – нефриты и нефрозы (до 32%). Значительно чаще у бройлеров наблюдаются нефрозы, которые проявляются увеличением почек и изменением их цвета до светло-коричневого. Наиболее часто нефрозы наблюдаются у цыплят в возрасте 10-18 дней. Нефриты встречаются значительно реже и, как правило, связаны с инфекционной патологией. Заболеваемость нефрозами колебалась по годам: повышалась в 2016 году, затем снижалась в 2017-2018 годах с последующим повышением в 2019 году.

Болезни органов дыхания у бройлеров также встречаются достаточно часто (до 27%). Данные патологии, как правило, характерны для первой половины периода выращивания брой-

леров и представлены трахеитами и пневмониями. Причинами этих болезней являются нарушения режимов вентиляции, температуры в птичнике, иногда инфекционные болезни. Пик заболеваемости болезнями органов дыхания у цыплят-бройлеров приходится на 2016-2017 годы, с последующим снижением в 2018-2019 годах.

Алиментарная дистрофия встречается у бройлеров до 17% от павшей птицы. Отмечен рост этой патологии, связанной с нарушениями технологии кормления в 2019 году.

Омфалиты – инфекции желточного мешка, наблюдались в первую неделю жизни бройлеров до 13% от незаразных болезней, диагностируемых у павшей птицы. Возбудителями болезней служат различные бактерии, такие как стафилококки, стрептококки, протеи. Падеж начинается через сутки после вывода и достигает пика на 5-7 день жизни. Омфалиты, как правило, являются следствием нарушений режимов инкубации.

В последние годы у цыплят-бройлеров практически не наблюдается каннибализм и расклев. Что касается мочеислого диатеза (подагры), то с 2017 года наблюдается тенденция его снижения среди молодняка бройлеров, но при этом ситуация у ремонтного молодняка и в родительских стадах остается достаточно нестабильной [6].

В связи с кормлением цыплят-бройлеров полнорационными комбикормами отмечается низкая заболеваемость их авитаминозами (до 1,7% от павшей птицы).

В таблице 2 приведены обобщенные данные по заболеваемости кур яичного направления выращивания в процентах от павшей птицы.

**Таблица 2 – Структура заболеваемости кур яичного направления незаразными патологиями, %**

Патологоанатомический диагноз	2015	2016	2017	2018	2019
Болезни обмена веществ	20-25	21-22	20-24	26-28	20-23
Болезни органов пищеварения	31-33	28-30	30-34	31-32	36-39
Болезни органов дыхания	12-16	14-16	12-16	10-12	16-18
Болезни органов размножения	18-22	16-18	15-16	16-18	14-18

Если проводить сравнительный анализ по заболеваемости кур яичного направления выращивания и бройлеров, то наибольший удельный вес среди заболеваний незаразной этиологии у несушек составляют болезни органов пищеварения (до 39%). Следует отметить, что хотя доля заболеваний органов пищеварения у бройлеров примерно такая же, как и у несушек, но наибольший удельный вес среди заболеваний незаразной этиологии у бройлеров занимают болезни обмена веществ (до 42%) и постэмбриональные дистрофии (до 51%).

Высокая доля болезней органов размножения у яйценоских пород кур (до 22%) напрямую связана с направлением их выращивания. К этим болезням относятся желточный перитонит, воспаление яйцевода (сальпингит), недоразвитие яичника и яйцевода, разрыв яйцевода, аномалии яйцеобразования и др. Отсутствие этих заболеваний у цыплят-бройлеров связано как с неполовозрелым возрастом, так и отсутствием сортировки по половым признакам.

Более низкая доля заболеваемости болезнями обмена веществ (до 28% от павшей птицы) у яйценоских кур по сравнению с бройлерами связана с менее интенсивным их ростом.

Болезни органов дыхания также реже встречаются у кур яичного направления выращивания (до 18% от павшей птицы), чем у цыплят-бройлеров, что также обусловлено условиями их выращивания, в первую очередь, плотностью посадки.

**Заключение.** 1. Наибольший удельный вес среди заболеваний незаразной этиологии у бройлеров занимают болезни обмена веществ – до 42% от павшей птицы и постэмбриональные дистрофии – до 51% от павшей птицы. Далее по количеству случаев идут заболевания органов пищеварения – до 40%. Достаточно большой удельный вес в структуре заболеваний незаразной этиологии у бройлеров занимают болезни почек – нефриты и нефрозы – до 32%. Болезни органов дыхания у бройлеров также встречаются достаточно часто – до 27%. Другие болезни (алиментарная дистрофия, омфалит, мочеислый диатез, каннибализм, авитаминозы) встречаются значительно реже.

2. Наибольший удельный вес среди заболеваний незаразной этиологии у несушек составляют болезни органов пищеварения – до 39% от павшей птицы.

3. Высокая доля болезней органов размножения среди незаразных патологий у яйценоских пород кур – до 22% от павшей птицы напрямую связана с направлением их выращивания для производства яиц.

4. Более низкая доля заболеваемости болезнями обмена веществ и болезнями органов дыхания у яйценоских кур, по сравнению с бройлерами, связана с менее интенсивным их ростом, а также обусловлена условиями их выращивания, в первую очередь, плотностью посадки.

**Литература.** 1. Бессарабов, Б. Ф. *Иллюстрированный атлас болезней птиц* / Б. Ф. Бессарабов, Н. К. Сушкова, С. Ю. Садчиков. – Москва, 2015. – 164 с. 2. Бессарабов, Б. Ф. *Подагра (мочекислый диатез)* / Б. Ф. Бессарабов, И. Мельникова // *Птицеводство*. – 2001. – № 5. – С. 27–29. 3. *Болезни сельскохозяйственных птиц : справочник* / А. А. Лимаренко [и др.] ; под ред. А. А. Лимаренко – СПб. : Лань, 2005. – С. 221–225. 4. Курдеко, А. П. *Новое в ветеринарной медицине* / А. П. Курдеко, Ю. К. Ковалёнок // *Наука и инновации*. – 2008. – № 2(60). – С. 50–51. 5. Ковалёнок, Ю. К. *Нозологический профиль гипомикроэлементозов у крупного рогатого скота на откорме* / Ю. К. Ковалёнок, А. А. Голубь // *Современные проблемы сельскохозяйственного производства : материалы XI Международной научно-практической конференции 11-12 апреля 2008 г.* / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2008. – С. 264–265. 6. Насонов, И. В. *Мониторинг мочекислого диатеза (подагры) в промышленном птицеводстве* / И. В. Насонов, О. В. Милоста, Н. В. Кныш // *Ветеринарный журнал Беларуси*. – 2017. – № 1 (6). – С. 32–36. 7. *Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы* / В. И. Фисинин [и др.]. – Сергиев Посад : ВНИТИП, 2009. – 351 с. 8. Топурия, Г. М. *Структура незаразной патологии у цыплят-бройлеров* / Г. М. Топурия, П. А. Жуков // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 1(34), т. 2. – С. 90–92.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 619:615.28:636.2

#### **ФАРМАКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ФОСТИЛ»**

**Петров В.В., Готовский Д.Г., Романова Е.В.**

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

*В статье приведены данные по токсикологической оценке комбинированного ветеринарного препарата в остром опыте на лабораторных мышах. Ветеринарный препарат относится по классификации ГОСТ 12.1.007-76 к IV классу опасности – вещества малоопасные (LD<sub>50</sub> свыше 5000 мг/кг). Были проведены испытания по определению терапевтической эффективности препарата на поросятах и цыплятах ремонтного молодняка. Согласно проведенным исследованиям, внедрение в производство позволит сократить длительность заболевания. Применение препарата не оказывает побочного действия на организм. **Ключевые слова:** ветеринарный препарат, острая токсичность, лабораторные мыши, птица, конъюнктивит, синусит, терапия, поросята, гастроэнтерит, эффективность.*

#### **PHARMACO-TOXICOLOGICAL EVALUATION OF VETERINARY PREPARATION «FOSTIL»**

**Petrov V.V., Gotovsky D.G., Romanowa E.V.**

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

*The article presents data on the Toxicological assessment of a combined veterinary preparation in an acute experiment on laboratory mice. Veterinary preparation belongs to the classification of GOST 12.1.007-76 to the IV hazard class-low-hazard substances (LD<sub>50</sub> over 5000 mg / kg). Tests were conducted to determine the therapeutic effectiveness of the preparation on piglets and chickens of repair young. According to the research, the introduction into production will reduce the duration of the disease. The use of the preparation does not have a side effect on the body. **Keywords:** veterinary preparation, acute toxicity, laboratory mice, poultry, conjunctivitis, sinusitis, therapy, piglets, gastroenteritis, effectiveness.*

**Введение.** В терапии внутренних болезней у птицы в условиях промышленного птицеводства большое значение имеет борьба с условно-патогенной и патогенной микрофлорой с преимущественным использованием химиотерапевтических средств, позволяющих значительно снизить заболеваемость, тяжесть течения и летальность. Следовательно, лечение и профилактика болезней в условиях интенсивной технологии выращивания предусматривает широкое применение антимикробных средств [4].

Длительное применение антимикробных средств в отдельном хозяйстве приводит к снижению эффективности химиотерапии при различных инфекционных и внутренних болезнях, что значительно увеличивает наносимый ими экономический ущерб. У резистентных к антимикробным средствам форм микроорганизмов сохраняется способность к размножению при терапевтической концентрации препаратов. Бактерицидный эффект достигается за счет повышения дозы лекарственных средств, являющихся токсичными для макроорганизма [2, 4].

Одним из направлений повышения эффективности химиотерапии является создание новых антимикробных препаратов широкого антибактериального спектра, к которым не имеется резистентности со стороны патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Также арсенал ветеринарного врача должен содержать антимикробные препараты из разных групп, так как это позволит выбрать препарат в зависимости от чувствительности возбудителя, локализации патологического процесса и др. Так, например, препараты пеницилли-

новой группы являются наиболее эффективными при заболеваниях верхних дыхательных путей, вызванных условно-патогенной микрофлорой [4, 5].

Одним из таких препаратов является «Фостил», содержащий в себе два антибиотика – фосфомицин и тилозина тартрат. Действующие вещества препарата проявляют синергизм, усиливая действие друг друга и расширяя спектр антимикробной активности.

Фосфомицин является бактерицидным антибиотиком и эффективен против большинства грамположительных (*Enterococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*) и грамотрицательных (*Escherichia coli*, *Citrobacter spp.*, *Enterobacter spp.*, *Klebsiella spp.*, *Morganella morganii*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Serratia spp.*) микроорганизмов. Механизм действия связан с подавлением первого этапа синтеза пептидогликаноклеточной стенки бактерий. Являясь структурным аналогом фосфоэнолапирувата, вступает в конкурентное взаимодействие с ферментом N-ацетил-глюкозамино-3-о-энолпирувил-трансферазой, в результате этого происходит специфическое, избирательное и необратимое ингибирование этого фермента [5, 7].

Тилозин – антибиотик из группы макролидов, соединяясь с 50S субъединицей рибосом чувствительных микроорганизмов, подавляет синтез протеинов бактерий, также угнетается активность фермента транслоказы, с помощью которой осуществляется продвижение рибосом по растущим полипептидным цепям вдоль информационной РНК. Эффективен в отношении *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Clostridium spp.*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Moraxella bovis*, *Fusobacterium spp.*, *Leptospira spp.*, *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus spp.*, *Pasteurella spp.*, *Chlamydia spp.*, *Mycoplasma spp* [5, 7].

Препарат хорошо всасывается в желудочно-кишечном тракте и быстро распределяется в организме. Максимальная концентрация в сыворотке крови достигается через 1,5-2 часа и удерживается на терапевтическом уровне не менее 8 часов после применения. Выводится антибиотик преимущественно с мочой, в меньшей степени – с желчью, у лактирующих животных – с молоком.

Цель исследований - определение терапевтической эффективности ветеринарного препарата «Фостил» при гастроэнтеритах у поросят, а также при конъюнктивите и синусите у цыплят ремонтного молодняка.

**Материалы и методы исследований.** Экспериментальные (доклинические) исследования по определению острой токсичности и класса опасности ветеринарного препарата проводили на белых нелинейных лабораторных мышах на базе УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Для опытов по принципу аналогов были сформированы две группы: опытная и контрольная по шесть животных в каждой. Перед исследованием мышей выдержали на 12-часовом голодном режиме. Все мыши находились в одинаковых условиях кормления, поения и содержания, согласно методическим рекомендациям [5]. Мышам опытной группы внутрижелудочно ввели 0,5 мл 50% взвеси препарата на воде очищенной, что соответствует дозе по препарату 12500,0 мг/кг. Мышам контрольной группы внутрижелудочно ввели 0,5 мл воды очищенной, что составляет 25000,0 мг/кг. Наблюдение за подопытными мышами вели в течение 14 суток. Во время наблюдения обращали внимание на прием корма и воды, состояние шерстного покрова и видимых слизистых оболочек, наличие судорог, одышки [5].

Производственные испытания по определению терапевтической эффективности ветеринарного препарата «Фостил» при гастроэнтеритах у поросят были проведены в условиях свиноводческого хозяйства КУСХП «им. Свердлова». Для определения комплексной лечебной эффективности препарата были сформированы две группы поросят в возрасте 45-50 дней: опытная – 47 животных обоего пола и контрольная – 19 животных обоего пола. Формирование больных поросят в группы проводили по мере проявления симптомов гастроэнтерита. В среднем масса животного составляла 8-11 кг. Поросята во время эксперимента находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Диагноз ставили на основе анамнеза, клинических признаков, результатов патологоанатомического вскрытия и лабораторного исследования. Так, у поросят отмечали угнетенное состояние различной степени, снижение аппетита, периодические колики, диарею. У некоторых поросят наблюдали цианоз видимых слизистых оболочек. Наблюдалось выделение жидких фекальных масс, иногда с прожилками крови и слизи. Температура тела у поросят в среднем от нормы повышена на 0,3<sup>0</sup>-0,6<sup>0</sup>С (температуру измеряли у 10 поросят каждой группы).

Поросятам опытной группы в качестве этиотропного средства применяли ветеринарный препарат «Фостил» в дозе 0,2 кг на 40 литров воды, которая являлась единственным источником питья в течение суток в течение пяти дней подряд.

Поросятам контрольной группы в качестве этиотропного средства применяли ветеринарный препарат «Тилар» в дозе 0,04 кг на 40 литров воды, которая являлась единственным источником питья в течение суток на протяжении пяти дней.

Производственные испытания по определению терапевтической эффективности ветери-

нарного препарата «Фостил» при синуситах и конъюнктивитах были проведены в период с ноября по декабрь в условиях птицефабрики «Елец» на цыплятах ремонтного молодняка. С этой целью по принципу аналогов было сформировано две группы цыплят: контрольная (85300 голов) и опытная (85305 голов). Группы формировали, начиная с 27-дневного возраста, по принципу аналогов, условия содержания и кормления были одинаковые для всех. Птице опытной группы ветеринарный препарат «Фостил» задавали с питьевой водой в течение трех дней подряд из расчета 500 г на 1000 литров воды. Птице из контрольной группы применяли базовый препарат «Пульмосол СТ», предусмотренный схемой ветеринарно-санитарных мероприятий, в дозе 300 мл на 1000 литров воды также на протяжении трех дней подряд. Растворы готовили непосредственно перед применением.

За птицей во время применения препаратов вели ежедневное клиническое наблюдение, учитывали сохранность и прирост живой массы. У цыплят опытной и контрольной групп определяли степень проявления конъюнктивита и синусита. В частности, у птиц наблюдали серозно-фибринозный конъюнктивит (покраснение, отечность век, серозные и фибринозные истечения из глаз) и слизистые истечения из носа.

**Результаты исследований.** При изучении острой токсичности за период наблюдения в опытной группе падежа мышей не наблюдали. Побочных явлений не выявлено. Мыши в течение всего периода наблюдения охотно принимали корм и воду, адекватно реагировали на внешние раздражители, шерстный покров был блестящий, плотно прилегал к туловищу, видимые слизистые имели естественную окраску, приступов судорог и одышку не наблюдали.

В контрольной группе падежа мышей не отмечено. Мыши контрольной группы охотно принимали корм и воду, хорошо реагировали на внешние раздражители.

LD<sub>50</sub> препарата при однократном пероральном введении в желудок белым лабораторным мышам составила более 5000,0 мг/кг.

В таблице 1 представлены данные о терапевтической эффективности применения ветеринарных препаратов «Фостил» и «Тилар».

**Таблица 1 – Показатели терапевтической эффективности применения препаратов у поросят**

Показатели	Группы	
	Контроль	Опыт
Количество заболевших поросят, жив.	19	47
Выздоровело на конец эксперимента, жив.	18	45
Продолжительность лечения, дни	5	5
Длительность заболевания, дни	4,8±0,3	4,1±0,5
Пало, голов	0	0

При применении ветеринарного препарата «Фостил» отмечалась положительная динамика выздоровления у большинства животных. Уже через двое суток у 20 поросят наблюдалось уменьшение интенсивности диареи, на третьи-четвертые сутки у всех поросят опытной группы происходило исчезновение основного клинического признака гастроэнтерита – диареи. У поросят восстанавливался аппетит и нормализовался прием воды. Средняя продолжительность заболевания в группе составила 4,1 дня. Лечение было продолжено у 2 поросят.

При применении ветеринарного препарата «Тилар» отмечалась положительная динамика. Уже через двое суток у 8 поросят регистрировали уменьшение интенсивности диареи, на третьи-четвертые сутки у всех поросят контрольной группы наблюдалось исчезновение основного клинического признака гастроэнтерита – диареи. Средняя продолжительность заболевания в группе составила 4,8 дня. Лечение было продолжено у 1 поросенка.

Скорость выздоровления поросят опытной группы была выше на 0,7 дня в отличие от данного показателя поросят контрольной группы.

Падежа поросят в опытной и контрольной группе не отмечено.

В таблице 2 представлены результаты исследований по определению терапевтической эффективности ветеринарных препаратов «Фостил» и «Пульмосол СТ» у цыплят ремонтного молодняка.

**Таблица 2 – Показатели терапевтической эффективности применения препаратов у цыплят ремонтного молодняка**

Показатели	Группы	
	Контроль	Опыт
Количество птицы в опыте, голов	85300	85305
Заболеваемость, голов	1535	1194
Выздоровело, голов	1535	1194
Продолжительность лечения, дни	3	3
Длительность заболевания, дни	3,6±0,4	3,4±0,6
Пало, голов	0	0
Живая масса в 30-дневном возрасте, грамм	1670	1703,8

Было установлено, что заболеваемость конъюнктивитами и синуситами птицы в контрольном и опытном птичниках составляла 1,4–1,8%. При применении ветеринарного препарата «Фостил» отмечалась положительная динамика выздоровления у большинства цыплят. Уже через двое суток у птицы отмечалось уменьшение интенсивности конъюнктивитов и синуситов, на третьи-четвертые сутки у всех птиц с вышеуказанными клиническими признаками симптомы болезни исчезали. В частности наблюдали исчезновение основных клинических признаков конъюнктивита – покраснение, отечность век, серозные и фибринозные истечения и синусита – слизистые истечения из носа и учащенное затрудненное дыхание, с открытым клювом, набухание в области подглазничного синуса. Симптомы болезни исчезали уже через 3–4 дня.

В контрольной группе также отмечалась положительная аналогичная динамика. Средняя длительность заболевания птицы в опытной группе составила 3,4 дня, а в контрольной – 3,6 дня.

Падежа птицы в период применения препарата не отмечено. При применении препаратов побочных явлений не было выявлено.

**Заключение.** Ветеринарный препарат «Фостил» при однократном пероральном применении не обладает видимым токсическим действием, LD<sub>50</sub> составляет более 5000,0 мг/кг. Согласно классификации ГОСТ 12.1.007-76 препарат относится к IV классу опасности – вещества малоопасные (свыше 5000 мг/кг). В результате проведенных производственных испытаний можно заключить что, ветеринарный препарат «Фостил» показал высокий терапевтический эффект в комплексной терапии поросят при гастроэнтерите, не уступающий препаратам-аналогам. Препарат способствовал обеспечению 100% сохранности поросят опытной группы.

Ветеринарный препарат «Фостил» показал высокий терапевтический эффект в комплексной терапии птицы с признаками конъюнктивитов и синуситов, не уступающий препаратам-аналогам. Препарат способствовал обеспечению 100% сохранности птицы опытной группы. Таким образом, ветеринарный препарат «Фостил» может быть использован в комплексном лечении птиц при конъюнктивитах и синуситах в качестве средства этиотропной терапии.

**Литература.** 1. Бессарабов, Б. Ф. Лабораторная диагностика клинического и иммунобиологического статуса у сельскохозяйственной птицы / Б. Ф. Бессарабов, С. А. Алексеева, Л. В. Клетикова. – М. : Колос. 2008. – 152 с. 2. Болезни животных (с основами патологоанатомической диагностики и судебно-ветеринарной экспертизы) / В. С. Прудников [и др.] ; под ред. В. С. Прудникова. – Минск : Техноперспектива, 2010. – 507 с. 3. Ветеринарная фармакология : учебное пособие / Н. Г. Толкач [и др.] ; под ред. А. И. Ятусевича. – Минск : ИВЦ Минфина, 2008. – 686 с. 4. Внутренние болезни животных : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования : в 2 ч. / С. С. Абрамов [и др.] ; под ред. С. С. Абрамова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – Ч 1. – 536 с. 5. Лекарственные средства в ветеринарной медицине : справочник / А. И. Ятусевич [и др.]. – Минск : Техноперспектива, 2006. – 403 с. 6. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Р. У. Хабриев [и др.] ; под ред. Р. У. Хабриева. – М. : ЗАО ИИА «Медицина», 2005. – 892 с. 7. Plumb, Donald C. Veterinary Drug Handbook / Donald C. Plumb. – Iowa state Press, 2015. – 1279 p.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 636.5. 053:611.71

## МОРФОЛОГИЯ ПОЗВОНКОВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА РОСС-308 В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Сельманович Л.А.

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

*Научно обоснованы и изучены особенности морфологического строения костей осевого скелета цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 в постнатальном онтогенезе, что позволяет целенаправленно воздействовать на рост и развитие костной ткани. Рост и развитие организма не идут параллельно с одинаковой скоростью: в одни периоды жизни преобладают количественные изменения – рост, в другие – качественные изменения – дифференцировка. Формирование костной ткани идет интенсивно, достигая высоких показателей, что обеспечивает максимальное наращивание мышечной массы. Установлены основные периоды интенсивного роста и формирования позвонков цыплят-бройлеров. **Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, костная ткань, осевой скелет, позвонки, онтогенез.*

## MORPHOLOGY OF THE VERTEBRA BROILER CHICKENS OF CROSS «ROSS-308» IN POSTNATAL ONTOGENESIS

Selmanovich L.A.

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

*Some features of the postnatal ontogenesis main skeleton bone broiler chickens cross ROSS-308 formation have been defined. This enables a targeted effect on the bone tissue growth and development, it has been established that by the aging the body weight of the broiler is rising but gradually depending on the growth intensity. Growth and development of an organism do not go in parallel with identical speed: during one period of a life quantitative changes – growth, in others – qualitative changes – a differentiation prevails. The bone formation of an osteal tissue goes intensively, as much as possible being enlarged in last age piece, providing fast escalating of muscular mass. The basic periods of intensive growth of formation of a chest bone of broiler chickens are stopped. **Keywords:** broiler chickens, bone tissue, the main skeleton, vertebrae, ontogenesis.*

**Введение.** Птицеводство является ведущей отраслью сельского хозяйства, которая обеспечивает население диетическими продуктами питания. Мясное птицеводство базируется на теоретических знаниях, направленных на увеличение скорости роста живой массы птиц и сокращение сроков откорма [7, 1]. При этом очень часто не учитываются возможные особенности роста, формирования и развития костной ткани цыплят-бройлеров [4, 6]. Как известно, скелет – это важнейшая система организма, которая выполняет опорную, защитную, кроветворную функцию, поэтому с целью профилактики заболеваний позвоночного столба необходимо учитывать и особенности его развития у цыплят-бройлеров [2, 5, 8]. В последние годы выведен ряд новых кроссов, в связи с этим появилась необходимость контролировать процессы, происходящие в костной ткани осевого скелета цыплят-бройлеров, а также изучать динамику изменений в процессе роста [3, 9].

Информация о строении, росте и развитии позвонков осевого скелета цыплят-бройлеров в отечественной и зарубежной литературе представлена в незначительном объеме, поэтому изучение морфологии позвонков в возрастном аспекте имеет большое практическое и теоретическое значение. Нами поставлена задача выяснения закономерностей морфологического развития позвонков осевого скелета.

**Материалы и методы исследований.** Для морфологического исследования по принципу аналогов отбирались цыплята-бройлеры кросса РОСС-308 в количестве 50 голов. Было сформировано 5 возрастных групп: 1-я группа – 1 сутки (10 голов); 2-я группа – 10 суток (10 голов); 3-я группа – 20 суток (10 голов); 4-я группа – 30 суток (10 голов); 5-я группа – 40 суток (10 голов). После убоя тушки птицы подвергались препарированию. Морфометрические параметры позвонков осевого скелета цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 измерялись при помощи штангенциркуля и мерной ленты. Цифровые результаты были статистически обработаны с помощью программы Microsoft Excel. Полученные показатели в дальнейшем использовали для вычисления интенсивности роста костей осевого скелета в их онтогенетическом развитии.

Относительная скорость (интенсивность) роста определялась по формуле Броди С.:

$$K = W_2 - W_0 / 0,5 (W_0 + W_2) \cdot 100 \%;$$

где K – интенсивность роста (прирост) за рассматриваемый период (%);

$W_0$  – начальная длина или масса скелета или его сегмента (см, г);

$W_2$  – конечная длина или масса скелета или его сегмента (см, г).

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований установлено, что абсолютная длина тела 7-го шейного позвонка (таблица 1) цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 изменяется неравномерно. Интенсивность роста на первой стадии откорма, в период от 1- до 10-суточного возраста, невысокая и составляет всего 18%. Морфометрические показатели 7-го шейного позвонка увеличиваются в среднем в 1,4 раза. Среднесуточный прирост составляет 0,01 см. На следующей стадии откорма в период от 10- до 20-суточного возраста интенсивность роста увеличивается на 22% и составляет 40%, абсолютная длина 7-го шейного позвонка увеличилась до 0,9 см. Значительно увеличился периметр тела позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 – в 2,4 раза и составил 1,68 см. Остальные морфометрические показатели 7-го шейного позвонка увеличились в среднем в 1,5 раза.

**Таблица 1 – Морфология 7-го шейного позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308**

Возраст, сутки	Длина тела, см	Интенсивность роста, %	Ширина тела, см	Высота в дужке, см	Ширина в дужке, см	Периметр тела позвонка, см
1	0,5±0,02		0,18±0,01	0,18±0,011	0,15±0,008	0,62±0,031
10	0,6±0,01***	18	0,24±0,001	0,25±0,002	0,24±0,004	0,7±0,003
20	0,9±0,03**	40	0,36±0,002**	0,35±0,002	0,36±0,011	1,68±0,003
30	1,3±0,02**	36	0,4±0,01**	0,41±0,0012*	0,4±0,01**	1,74±0,012
40	1,4±0,05	7	0,47±0,003**	0,47±0,003**	0,43±0,003**	2,01±0,001**

Примечания: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,001$  по сравнению с предыдущим возрастом.

На следующей стадии откорма в период от 20 до 30 суток интенсивность роста позвонка в длину незначительно снизилась и составила 36%. Незначительно изменились и остальные морфометрические показатели. На последней стадии откорма, в период от 30 до 40 суток, интенсивность роста снизилась еще больше и составила всего 7%, что на 29% ниже предыдущей стадии откорма. Незначительно увеличились и остальные морфометрические показатели, что прослеживается в таблице 1. За весь период откорма длина 7-го шейного позвонка увеличилась в 2,8 раза, а остальные морфометрические показатели увеличились в среднем в 2,7, периметр тела позвонка – в 3,2 раза.

Абсолютная длина 4-го грудного позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 (таблица 2) в период откорма с 1- до 10-суточного возраста увеличилась всего в 1,3 раза, среднесуточный прирост составил 0,01 см, а интенсивность роста составила 22%. Примерно с такой же интенсивностью изменяются и другие морфометрические показатели, за исключением периметра тела позвонка, который увеличился в 3 раза и составил 2,03 см. Возрастной отрезок 10-20 суток характеризуется увеличением интенсивности роста до 33%, что выше по сравнению с предыдущим возрастом на 11%. На данном возрастном отрезке морфометрические показатели увеличиваются в среднем в 1,2 раза, за исключением ширины в дужке, где прирост составил 0,014 см. Возрастной отрезок 20-30 суток характеризуется снижением интенсивности роста до 25%, что на 8% ниже по сравнению с предыдущим возрастным отрезком. Ширина тела 4-го грудного позвонка, высота и ширина в дужке увеличиваются всего в 1,2 раза, периметр позвонка увеличивается всего в 1,2 раза, прирост периметра позвонка незначительный и составил всего 0,09 см. На последней стадии откорма в период от 30 до 40 суток, интенсивность роста тела 4-го грудного позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 в длину значительно замедляется и составляет всего 11%, что на 14% ниже по сравнению с периодом откорма от 20 до 30 суток. Среднесуточный прирост составил всего 0,01 см. На данном возрастном отрезке морфометрические показатели 4-го грудного позвонка увеличились следующим образом: ширина тела – в 1,5 раза, высота, ширина в дужке и периметр тела позвонка – на 13%.

**Таблица 2 – Морфология 4-го грудного позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308**

Возраст, сутки	Длина тела, см	Интенсивность роста, %	Ширина тела, см	Высота в дужке, см	Ширина в дужке, см	Периметр тела позвонка, см
1	0,4±0,02		0,19±0,001	0,13±0,002	0,16±0,001	0,66±0,002
10	0,5±0,02*	22	0,42±0,013	0,29±0,021	0,22±0,004	2,03±0,0022
20	0,7±0,04**	33	0,57±0,004	0,39±0,041	0,36±0,023	2,08±0,041
30	0,9±0,03**	25	0,67±0,001	0,47±0,002**	0,44±0,024	2,17±0,022**
40	1,0±0,03***	11	1,0±0,016	0,19±0,003	0,46±0,016	3,0±0,041

Примечания: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,001$  по сравнению с предыдущим возрастом.

Абсолютные морфометрические показатели 4-го грудного позвонка за весь период откорма увеличились следующим образом: длина тела – в 2,5 раза, ширина тела – в 5,2 раза, высота и ширина в дужке – в среднем в 3,6 раза, а периметр тела позвонка – в 4,5 раза.

Интенсивность роста 3-го пояснично-крестцового позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 (таблица 3) изменяется волнообразно. В период откорма до 10-суточного возраста интенсивность роста составила 40%, на что указывает и высокий рост абсолютных показателей: ширина тела увеличилась в 1,7 раза, периметр тела позвонка – в 2,5 раза, высота и ширина тела в дужке – в 1,3 раза. На следующей стадии откорма от 10- до 20-суточного возраста интенсивность роста позвонка снизилась до 29%, что ниже по сравнению с предыдущим возрастом на 11%. Морфометрические показатели 3-го пояснично-крестцового позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 изменяются незначительно, за исключением периметра тела позвонка, где прирост составил 0,089 см, а увеличение – в 1,5 раза. Два последующих периода откорма характеризуются тенденцией снижения интенсивности роста. В период от 20 до 30 суток интенсивность роста составила 22%, что на 6% ниже предыдущего возраста, а на последней стадии откорма – 18%, что еще ниже на 4% по сравнению с предыдущим периодом. Морфометрические показатели 3-го пояснично-крестцового позвонка изменяются незначительно, с невысоким среднесуточным приростом. Абсолютные морфометрические показатели 3-го пояснично-крестцового позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 за весь период откорма увеличились следующим образом: длина тела – в 3 раза, ширина тела – в 2,9 раза, высота и ширина тела в дужке – в среднем в 2,4 раза, периметр тела позвонка – в 4,4 раза.

**Таблица 3 – Морфология 3-го пояснично-крестцового позвонка цыплят-бройлеров кросса РОСС-308**

Возраст, сутки	Длина тела, см	Интенсивность роста, %	Ширина тела, см	Высота в дужке, см	Ширина в дужке, см	Периметр тела позвонка, см
1	0,2±0,02		0,39±0,002	0,3±0,031	0,27±0,021	0,71±0,022*
10	0,3±0,001**	40	0,66±0,023	0,41±0,032	0,35±0,022*	1,77±0,041*
20	0,4±0,01***	29	0,75±0,011	0,5±0,051	0,4±0,01	2,66±0,062
30	0,5±0,02***	22	1,1±0,035	0,72±0,055*	0,58±0,016	3,0±0,035
40	0,6±0,02**	18	1,12±0,015*	0,76±0,058	0,63±0,021	3,11±0,014

Примечания: \* -  $p \leq 0,05$ ; \*\* -  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* -  $p \leq 0,001$  по сравнению с предыдущим возрастом.

**Заключение.** Морфометрические изменения 7-го шейного, 4-го грудного и 3-го пояснично-крестцового позвонков цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 в постнатальном онтогенезе идут интенсивно. Активное формирование костной ткани 3-го пояснично-крестцового позвонка достигает высоких показателей у цыплят-бройлеров в период от 1- до 20-суточного возраста. На последней стадии откорма интенсивность роста значительно снижается. Интенсивный рост длины 7-го шейного позвонка наблюдается в период от 10- до 20-суточного возраста, на последней стадии откорма, в период от 30- до 40-суточного возраста, интенсивность значительно снижается и достигает всего 7%. Интенсивность роста 4-го грудного позвонка достигает более высоких показателей на стадии откорма с 10- до 20-суточного возраста. На последней стадии откорма интенсивность роста снижается до 11%. Скачки интенсивности роста отдельных позвонков цыплят-бройлеров кросса РОСС-308 необходимо учитывать при откорме цыплят-бройлеров. Морфогенез ткани с возрастом все время изменяется, что говорит об активных процессах ее перестройки, связанной с изменением функции, которую выполняет кость в конкретный промежуток времени.

**Литература.** 1. Козлов, А. Б. Изменения периферического скелета кур / А. М. Козлов, Е. А. Исаенков, М. В. Волкова // Наука – птицеводству Ивановской области : материалы научно-практической конференции. – Сергиев Посад – Иваново, 2002. – С. 72–73. 2. Криштофорова, Б. В. Развитие скелета кур-несушек / Б. В. Криштофорова // Птицеводство. – 1986. – № 5. – С. 29–34. 3. Криштофорова, Б. В. Рост костной системы цыплят / Б. В. Криштофорова, Ю. Ю. Каргопольцев // Морфофункциональные основы формирования в онтогенезе адаптивных возможностей организма человека и животных. – Москва, 1991. – С. 52–58. 4. Розанов, В. И. Значение для птицеводства филогенетического увеличения костей скелета домашней курицы / В. И. Розанов // Актуальные проблемы производства продуктов животноводства : сб. науч. тр. – Самара, 2001. – С. 99–101. 5. Сельманович, Л. А. Морфология шейного отдела позвоночного столба цыплят-бройлеров кроссов «Кобб-500» и «Росс-308» в постнатальном онтогенезе / Л. А. Сельманович, А. А. Маценович // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2012. – Т. 48, вып. 2. ч. 2. – С. 157–162. 6. Сельманович, Л. А. Морфология грудного отдела позвоночного столба цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» в постнатальном онтогенезе / Л. А. Сельманович, А. А. Маценович // Ученые записки учреждения образования «Витебская академия «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2014. – Т. 50, вып. 1. ч. 1. – С. 144–148. 7. Сельманович, Л. А. Морфология грудного отдела позвоночного столба цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» в постнатальном онтогенезе / Л. А. Сельманович, А. А. Маценович, В. П. Якименко // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветери-

нарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2014. – Т. 50, вып. 2. ч. 1. – С. 220–224. 8. Хрусталева, И. В. О взаимосвязи живой массы и массы скелета у молодняка и кур-несушек / И. В. Хрусталева, Б. В. Криштофорова // Сб. науч. тр. / Московская ветеринарная академия. – Москва, 1978. – Т. 100 : Изучение патоморфологических и биохимических изменений в организме сельскохозяйственных животных. – С. 67–69. 9. Velleman, S. G. The role of the extracellular matrix in skeletal development / S. G. Velleman // Poultry Sci. – 2000. – Vol. 79, № 7. – P. 985–989.

Поступила в редакцию 22.04.2020 г.

УДК 619:618.14

## ПАТОЛОГИЯ МАТКИ У КОРОВ, ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

Яцына В.В., Щигельская Е.С., Остроухов И.Ю.

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

*Провели производственные испытания и научно обосновали применение препарата «Гистерлик» для лечения коров с задержанием последа и профилактики послеродового эндометрита. В результате проведенного исследования определили, что препарат «Гистерлик» показал высокую профилактическую (86,7%) и терапевтическую (80%) эффективность при применении у коров в послеродовом периоде. У коров опытной группы, которым применяли препарат «Гистерлик», отмечали сокращение продолжительности сервис-периода и снижение величины индекса осеменения. **Ключевые слова:** коровы, задержание последа, острый эндометрит, послеродовой период, профилактика, терапия.*

## UTERINE PATHOLOGY IN COWS, PREVENTION AND TREATMENT

Yatsyna V.V., Shchyhelskaya K.S., Ostroukhov I.Y.

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

*Whether production trials and scientifically substantiated the use of the preparation «Hysterlik» for the treatment of cows with retention of the placenta and the prevention of postpartum endometritis. As a result of the study, it was determined that the Hysterlik preparation showed high prophylactic (86,7%) and therapeutic (80%) efficacy when used in cows in the postpartum period. In cows of the experimental group that used the Hysterlik preparation, a reduction in the duration of the service period and a decrease in the insemination index were noted. **Keywords:** cows, retention of the placenta, acute endometritis, the postpartum period, prevention, therapy.*

**Введение.** Одной из главных проблем животноводства остается повышение экономической эффективности молочного скотоводства, решение которой может быть достигнуто в первую очередь за счет повышения продуктивности коров. Продуктивность коров и их репродуктивные качества определяются не только генетическим потенциалом, но и состоянием их здоровья, способностью организма животных поддерживать высокий уровень метаболических процессов, направленных на получение максимальной продуктивности [6]. В высокопродуктивных молочных стадах при промышленной технологии производства молока особую актуальность приобретают вопросы обеспечения репродуктивного здоровья и увеличения сроков хозяйственного использования коров [2].

Увеличение производства животноводческой продукции, улучшение ее качества зависит как от создания прочной кормовой базы, эффективного использования кормов, внедрения прогрессивной технологии ухода и содержания животных, так и от интенсивности воспроизводства стада. Однако последнее во многом сдерживается из-за широкого распространения бесплодия среди маточного поголовья.

Изучению этиологических факторов, патогенеза, также разработке эффективных методов, средств терапии и профилактики при симптоматическом бесплодии посвящены многие работы отечественных и зарубежных ученых, но, несмотря на достижения в этой области, оно повсеместно распространено и носит массовый характер [1, 3, 6].

Среди основных причин, вызывающих бесплодие и снижение темпов воспроизводства животных, особое место занимают болезни матки, возникающие при патологическом течении родов и послеродового периода. В первую очередь – это задержание последа, которое регистрируется у 14,3% коров и является одним из наиболее распространенных заболеваний родового периода, негативно влияющего на воспроизводство молочного скота. Задержание последа у коров приводит к удлинению сервис-периода за счет временного или постоянного бесплодия и как следствие к значительным экономическим потерям.

Несмотря на имеющиеся достижения в проблеме задержания последа не решены многие вопросы, касающиеся терапии и профилактики. Сохраняется высокий процент осложнений дан-

ной патологии субинволюцией матки, которая регистрируется у 23,7% отелившихся коров, и послеродовым эндометритом, который диагностируется у 45,3% животных. Исходом данных заболеваний становится снижение продуктивности и репродуктивной функции животных, уменьшение срока их хозяйственного использования за счет развития хронических воспалительных процессов в матке (14,7%) [1, 3, 4, 5, 7].

Значительное число применяемых в настоящее время лечебно-профилактических средств не в полной мере удовлетворяет запросы практической ветеринарии. Все это предопределяет необходимость поиска новых способов и средств для снижения уровня заболеваемости животных.

Цель работы – определить профилактическую и терапевтическую эффективность препарата «Гистерлик» при задержании последа и остром эндометрите у коров в УП «Рудаково».

**Материалы и методы исследований.** Профилактическую и терапевтическую эффективность препарата «Гистерлик» определяли в производственных условиях молочно-товарных комплексов УП «Рудаково» Витебского района.

Клинические исследования проводили на коровах голштинской породы в возрасте 3-8 лет. Для этого использовали высокопродуктивных животных, находящихся в родовом периоде, а также новотельных коров.

Подопытных животных исследовали с использованием общепринятой акушерско-гинекологической методики, где использовали общее исследование и ректальное.

Опыты в УП «Рудаково» проводили в 2 этапа.

1 этап включал в себя проведение исследований по профилактической эффективности препарата «Гистерлик». Для этого были сформированы три группы новотельных коров со спонтанно отделившимся последом по 15 животных в каждой – опытная № 1, опытная № 2 и контрольная. Коровам опытной группы № 1 применяли препарат «Гистерлик» в дозе 7,5 грамм однократно внутриматочно в течение первых суток после отела. Для сравнения животным опытной группы № 2 однократно внутриматочно вводили препарат «Пеноцефур» в дозе 10 грамм. Данный препарат применяют коровам в хозяйстве для профилактики острого эндометрита. Животным контрольной группы препараты не вводили.

«Гистерлик» – комплексный препарат широкого спектра антибактериального действия. Представляет собой таблетки для внутриматочного применения светло-бурого цвета овально-продолговатой формы. В одной таблетке массой 7,5 г содержится комбинация действующих веществ: окситетрациклина гидрохлорид (50,25 мг), канамицина сульфат (50,25 мг), сульфадиазина натрия соль (3975 мг) и ряд вспомогательных веществ.

«Пеноцефур» – антимикробный препарат для внутриматочного введения, представляющий собой цилиндрические таблетки от белого до кремового цвета с закругленными концами. В 1 таблетке содержится 0,2 г основания цефтиофура, а также пенообразующая основа до 10 г.

Для проведения 2 этапа в хозяйстве были сформированы две группы коров с задержанием последа – опытная и контрольная. Каждая группа включала по 15 животных. Коровам опытной группы после ручного отделения последа однократно внутриматочно применяли препарат «Гистерлик» в дозе 15 грамм (2 таблетки), а животным контрольной группы вводили препарат «Пеноцефур» двукратно по 1 таблетке (10 г), который используется в хозяйстве для санации матки у коров с интервалом 48 часов.

При формировании групп подопытных животных пользовались методом условных аналогов.

Профилактическую и терапевтическую эффективность препарата «Гистерлик» определяли по отсутствию у животных опытных групп признаков, которые указывают на развитие субинволюции матки и острого эндометрита.

Диагноз на заболевания матки ставили комплексно, при этом учитывали анамнез, клинические признаки заболевания, результаты общего и клинического осмотра, а также результаты акушерско-гинекологического исследования.

При изучении лечебно-профилактической эффективности препарата «Гистерлик» учитывали клиническое и полное выздоровление животных. При этом, признаком клинического выздоровления коров считали наличие в тазовой полости ригидной матки упругой консистенции, которая хорошо собирается в горсть руки, при закрытом канале шейки матки и отсутствии экссудата. Признаком полного выздоровления животного считали плодотворное осеменение, учитывая при этом продолжительность периода от отела до оплодотворения, количество дней бесплодия и индекс осеменения.

Цифровой материал, полученный в результате исследований, статистически обрабатывали по методу Стрелкова (1986), с применением программного пакета Microsoft Excel 2010.

**Результаты исследований.** При проведении производственного опыта в УП «Рудаково» Витебского района по определению профилактической эффективности препарата «Гистерлик» были получены следующие результаты, представленные в таблице 1.

Изучив данные таблицы 1, мы определили, что при применении препарата «Гистерлик» профилактический эффект был достигнут у 86,7% поголовья опытной группы № 1, что больше на 6,7%, чем в опытной группе № 2, которым применяли «Пеноцефур». У животных контрольной группы профилактическая эффективность составила 73,3%, что на 13,4% ниже по сравнению с первой опытной группой. Оплодотворяемость по первому осеменению в опытной группе № 1 составила 53% по сравнению с 40% в контрольной группе животных и 46,7% - в опытной группе № 2. При применении препарата «Гистерлик» наблюдали более короткий сервис-период, который в среднем на 34 дня был ниже по сравнению с контрольной группой, и на 7 дней короче, чем в опытной группе № 2. Оплодотворяемость в течение 100 дней наблюдения в первой опытной группе составила 80% коров, при индексе осеменения 1,8, что больше, чем в контрольной и опытной группе №2, соответственно на 13,4% и 6,7%.

Анализируя полученные результаты, можно говорить о более высоком профилактическом эффекте препарата «Гистерлик» по сравнению с препаратом «Пеноцефур», который используют в хозяйстве для профилактики острого эндометрита у коров.

**Таблица 1 – Профилактическая эффективность препарата «Гистерлик»**

Группа животных	Болели острым эндометритом		Оплодотворяемость по 1-му осеменению		Оплодотворилось в течение 100 дней		Сервис-период дней	Индекс осеменения
	гол.	%	гол.	%	гол.	%		
Опыт № 1 (n-15)	2	13,3	8	53	13	86,7	78 ± 9,6	1,8
Опыт № 2 (n-15)	3	20	7	46,7	12	80	85 ± 9,8	1,8
Контроль (n-15)	4	26,7	6	40	11	73,3	112 ± 10,6	2,0

Во время производственного опыта в УП «Рудаково» Витебского района по определению терапевтической эффективности препарата «Гистерлик» за подопытными животными проводили наблюдение, учитывая заболеваемость их послеродовым эндометритом, оплодотворяемость по первому осеменению, оплодотворяемость за 100 дней наблюдения, определяли сервис-период и индекс осеменения.

Полученные результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Терапевтическая эффективность препарата «Гистерлик»**

Группа животных	Болели острым эндометритом		Оплодотворяемость по 1-му осеменению		Оплодотворилось в течение 100 дней		Сервис-период дней	Индекс осеменения
	гол.	%	гол.	%	гол.	%		
Опыт (n-15)	3	20	6	40	12	80	102 ± 8,6	1,9
Контроль (n-15)	4	26,7	5	33,3	11	73,3	116 ± 12,4	2,1

Анализируя данные таблицы 2, можно сказать, что в опытной группе после применения препарата «Гистерлик» для лечения коров с задержанием последа острый эндометрит диагностирован у 3 коров, что составило 20% поголовья опытной группы, при этом в контрольной группе данное заболевание выявили у 4 коров, что составило 26,7% поголовья группы. При дальнейшем наблюдении за подопытными животными установили, что в опытной группе коров оплодотворяемость по первому осеменению была выше, чем в контрольной группе, на 6,7%. Средняя продолжительность сервис-периода составила 102 дня в опытной группе животных, что на 14 дней меньше, чем в контрольной группе. Индекс осеменения в опытной группе был ниже на 0,2 пункта, чем в контроле, и составил 1,9. Также в опытной группе за 100 дней наблюдения оплодотворилось 80% животных, а в контрольной группе – 73,3% коров, что позволяет говорить о более высоком терапевтическом эффекте препарата «Гистерлик» при лечении коров с задержанием последа по сравнению с базовым препаратом, применяемым в хозяйстве.

**Заключение.** В результате проведенного исследования установили, что препарат «Гистерлик» показал высокую профилактическую эффективность, которая составила 86,7%. Тера-

певтическая эффективность препарата «Гистерлик» у коров с задержанием последа составила 80%.

В связи с этим мы предлагаем использовать препарат «Гистерлик» новотельным коровам после спонтанного отделения последа однократно внутриматочно в дозе 7,5 г (одна таблетка), а после оперативного отделения последа препарат «Гистерлик» рекомендуем применять однократно внутриматочно в дозе 15 г (2 таблетки) на животное.

**Литература.** 1. Медведев, Г. Ф. Задержание последа у коров / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, Д. С. Ходыкин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 99 – 103. 2. Кузьмич, Р. Г. Организация воспроизводства крупного рогатого скота : учебно-методическое пособие / Р. Г. Кузьмич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2010. – 44 с. 3. Кузьмич, Р. Г. Проблемы акушерской и гинекологической патологии у коров в хозяйствах Республики Беларусь и некоторые вопросы ее этиологии / Р. Г. Кузьмич // Современные проблемы ветеринарного обеспечения репродуктивного здоровья животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В. А. Акатова, 27–29 мая 2009 года, г. Воронеж / Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии, Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки. – Воронеж : Истоки, 2009. – С. 239–244. 4. Практическое акушерство и гинекология животных : пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Ветеринарная медицина» / Р. Г. Кузьмич [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 380 с. 5. Стуков, А. Н. Задержание последа у высокопродуктивных коров и методы его профилактики и лечения : дис. ... канд. вет. наук : 06.02.06 / А. Н. Стуков. – Екатеринбург, 2012. – 148 л. 6. Управление репродуктивной функцией у коров в условиях молочно-товарных комплексов : учебно-методическое пособие для студентов факультета ветеринарной медицины и слушателей ФПК и ПК / Н. И. Гавриченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – 40 с. 7. Хронический эндометрит у коров / Р. Г. Кузьмич [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2005. – Т. 41, вып. 1. – С. 85-88.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 636.12:636.082.232

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ С НИМИ В УСЛОВИЯХ ОАО «МИРОПОЛЬЕ»**

**Коробко А.В., Гончарова Е.Р.**

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

*В статье представлены данные о влиянии происхождения и сочетаемости различных кроссов линий на молочную продуктивность коров-первотелок, рассчитаны индексы телосложения, абсолютная и относительная племенная ценность, экономическая эффективность производства молока. **Ключевые слова:** молочная продуктивность, индексы телосложения, абсолютная и относительная племенная ценность.*

**INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON MILK PRODUCTION OF FIRSTCALF-HEIFERS AND PROSPECTS OF BREEDING AND TRIBAL WORK WITH THEM IN THE CONDITIONS OF AGRICULTURAL PRODUCTION ENTERPRISE «MIROPOLE»**

**Korobko A.V., Goncharova E.R.**

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

*The article presents data on the influence of an origin and combination of various cross-countries of lines on dairy efficiency of firstcalf-heifers, constitution indexes are calculated, absolute and relative tribal value, economic efficiency of production of milk is calculated. **Keywords:** dairy productivity, physique indices, absolute and relative tribal value.*

**Введение.** Молочное скотоводство является ведущей отраслью животноводства, где сосредоточено около 40% производственных фондов животноводства и примерно такой же вес используемых кормовых ресурсов. Это одна из немногих отраслей, позволяющая получать стабильную выручку в течение всего календарного года, и от эффективности работы, которой зависит экономическое состояние большинства с.-х. организаций республики и доходы сельского населения [1].

Согласно Республиканской комплексной программе по племенному делу в животноводстве до 2025 года в Республике Беларусь определены уровень и темпы селекционно-племенной работы, в которой предусмотрены комплекс мероприятий по дальнейшему улучшению племенных и продуктивных качеств разводимых и выведению новых пород, типов, линий и кроссов животных [3].

В молочном скотоводстве селекционно-племенная работа будет заключаться в дальнейшем повышении генетического потенциала молочного скота белорусской черно-пестрой породы до уровня 9500-10000 кг молока с массовой долей жира и белка 3,6-3,9 и 3,2-3,4% соответственно. Это будет происходить за счет формирования в активной части популяции белорусской черно-пестрой породы с долей кровности более чем 50% по голштино-фризской породе. В Республике Беларусь в 2020 году планируется создать новую белорусскую породу в молочном скотоводстве белголштин с генетическим потенциалом более 12 тыс. кг молока за лактацию. За счет использования выдающихся быков-производителей голштинской породы мирового уровня будет осуществляться полная реализация продуктивности животных [3, 4].

Высокопродуктивное стадо создается путем целенаправленного отбора молодняка, своевременного вывода из стада низкопродуктивных, больных и старых животных и заменой их молодыми коровами, хорошо приспособленными к условиям промышленного производства молока. При формировании стада особое значение необходимо уделять селекции, основанной на отборе первотелок, оцененных по их фактической продуктивности [2].

В Республике Беларусь направленное выращивание высокопродуктивных коров оказывает большое влияние на племенную работу по совершенствованию существующего поголовья крупного рогатого скота. Уровень и полноценность кормления телок, которые будут вводиться в племенное ядро, должны соответствовать прогрессивным методам и приемам подготовки кормов к скармливанию. Научные исследования и практика передовых хозяйств республики показывают, что главными условиями успеха в молочном скотоводстве являются создание прочной кормовой базы, полноценное кормление и надлежащее содержание животных с комплексной

механизацией всех трудоемких процессов, постоянное совершенствование продуктивных стад путем хорошо налаженной племенной работы [1, 2].

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в производственных условиях ОАО «Мирополье» Борисовского района Минской области. Для сбора первичных данных использовали следующие документы: документы зоотехнического и племенного учета (карточки племенных коров (форма – 2 мол) и племенных быков (форма – 1 мол)); каталоги генеалогических схем быков-производителей белорусской черно-пестрой породы; отчет о комплексной оценке племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления.

В качестве объекта исследований были выбраны коровы-первотелки черно-пестрой породы в количестве 311 голов. У первотелок учитывали следующие показатели: происхождение, принадлежность к линии, показатели молочной продуктивности (удой за 305 дней лактации, массовая доля жира в молоке, количество молочного жира, живая масса). По родословным установили тип отбора и подбора животных. Проанализировали некоторые промеры коров-первотелок: высота в холке, косая длина туловища, ширина и обхват груди за лопатками, а для получения объективной информации об особенностях экстерьера рассчитали индексы телосложения (длинноногости, растянутости, грудной и сбистости).

Рассчитали абсолютную (сравнение показателей продуктивности животного или его потомства со стандартом породы или средним по популяции, сверстниками или матерями, выраженное в абсолютных показателях) и относительную племенную ценность (процентное выражение абсолютной племенной ценности от среднего значения по популяции или стандарта породы) первотелок (по удою и количеству молочного жира). Материалы исследований обработаны статистически с использованием пакета программ Microsoft Excel. В наших исследованиях приняты следующие уровни значимости: \*  $\square P \leq 0,05$ ; \*\*  $\square P \leq 0,01$  и \*\*\*  $\square P \leq 0,001$ . Экономическую эффективность производства молока коров-первотелок рассчитывали с учетом полученной продукции, выручки и производственных затрат на корову.

**Результаты исследований.** У сельскохозяйственных животных молочная продуктивность зависит от различных факторов: наследственной обусловленности, физиологического состояния, характера течения онтогенеза, условий содержания и кормления. Молочная продуктивность коров имеет высокую степень изменчивости в пределах породы и ее структурных элементов. Учитывая все это, следует систематически совершенствовать эти качества.

Первоначально в своих исследованиях мы проанализировали молочную продуктивность коров-первотелок ОАО «Мирополье» Борисовского района в зависимости от их происхождения. Все поголовье животных находилось в одинаковых условиях кормления и содержания. Группа коров-первотелок представлена только чистопородными животными (n=311). Показатели молочной продуктивности коров-первотелок различных линий представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Молочная продуктивность коров-первотелок**

Линия	Кличка быка	Удой за 305 дней лактации, кг		Массовая доля жира, %		Количество молочного жира, кг		Живая масса, кг	
		$\bar{X} \pm m$	Cv, %	$\bar{X} \pm m$	Cv, %	$\bar{X} \pm m$	Cv, %	$\bar{X} \pm m$	Cv, %
Монтвик Чифтейна 95679	Самурай 500513 (n=80)	4116 $\pm$ 58,8	19,8	3,32 $\pm$ 0,01	15,4	136,7 $\pm$ 2,7	13,7	530,4 $\pm$ 1,5	1,3
	Норд 500377 (n=99)	4366 $\pm$ 74,0	21,5	3,53 $\pm$ 0,02	13,4	154,1 $\pm$ 4,1	11,1	528,3 $\pm$ 1,4	1,1
В среднем по линии Монтвик Чифтейна 95679 (n=179)		4254 $\pm$ 66,4	20,6	3,44 $\pm$ 0,01	14,4	146,3 $\pm$ 3,4	12,4	529,4 $\pm$ 1,4	1,2
Вис Айдиала 933122	Модель 500690 (n=69)	4525 $\pm$ 75,6*	28,8	3,44 $\pm$ 0,08	12,7	155,7 $\pm$ 3,1	10,9	513,3 $\pm$ 1,6	1,5
	Лютый 500373 (n=51)	4622 $\pm$ 84,2*	21,3	3,29 $\pm$ 0,04	14,1	152,1 $\pm$ 4,1	11,2	532,7 $\pm$ 2,1	1,4
В среднем по линии Вис Айдиала 933122 (n=120)		4566 $\pm$ 78,6	25,1	3,38 $\pm$ 0,01	13,4	154,3 $\pm$ 3,4	11,1	523,0 $\pm$ 1,8	1,4
Рефлекшн Соверинга 198998	Конкурент 500620 (n=12)	4372 $\pm$ 88,1	23,5	3,71 $\pm$ 0,03*	14,6	162,2 $\pm$ 4,2	13,7	521,3 $\pm$ 0,5	1,4
В среднем по дочерям (n=311)		4379 $\pm$ 76,1	23,3	3,43 $\pm$ 0,02	14,1	150,2 $\pm$ 3,7	12,4	524,2 $\pm$ 1,3	1,3

Отцами коров-первотелок являются 5 быков-производителей: Самурай 500513 и Норд 500377 линии Монтвик Чифтейна 95679, Модель 500690 и Лютый 500373 линии Вис Айдиала 933122, Конкурент 500620 линии Рефлекшн Соверинга 198998. Наиболее высокая молочная продуктивность установлена у дочерей производителей Лютый 500373 и Модель 500690 линии Вис Айдиала 933122 (4622 и 4525 кг молока за лактацию соответственно), а самая низкая – у дочерей быка Самурай 500513 линии Монтвик Чифтейна 95679. Разница между ними по удою составила 506 и 409 кг молока соответственно ( $P \leq 0,05$ ).

В молоке коров-первотелок разных линий массовая доля жира колеблется в пределах от 3,29 до 3,71%. Следует отметить, что наибольшее количество молочного жира получено от дочерей быка-производителя Конкурент 500620 линии Рефлекшн Соверинга 198998, превышающий средний показатель по отобранным первотелкам ( $n=311$ ) на 12,2 кг, а наименьшее – от дочерей быка Самурай 500513 линии Монтвик Чифтейна 95679, что ниже среднего показателя по группе первотелок на 13,5 кг. Первотелки производителя Лютый 500373 линии Вис Айдиала 933122 имеют наибольшую живую массу (533 кг), а дочери быка Модель 500690 линии Вис Айдиала 933122 – наименьшую (513 кг). Коэффициент вариации по удою у первотелок варьировал в пределах от 19,8 до 28,8%. Существенных колебаний коэффициента корреляции по количеству молочного жира и живой массе не наблюдалось, что говорит о том, что животные по данным показателям в отобранной группе однородны.

Разведение молочного скота по линиям направлено на получение животных, сходных по своим качествам с родоначальником. Дальнейшим повышением молочной продуктивности животных, наряду с внутрилинейным подбором, следует считать межлинейные кроссы. Лучших результатов можно достигнуть в том случае, если крессируют хорошо отселекционированные линии. Далеко не всегда все линии одинаково хорошо сочетаются друг с другом. Иногда крессируемые линии сами по себе являются высокоценными, но при их сочетании дают скромные результаты, а при использовании любой из них в другом сочетании можно получить высокопродуктивное потомство. Результаты молочной продуктивности коров-первотелок в зависимости от используемых методов подбора представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Анализ методов подбора на молочную продуктивность коров-первотелок**

Методы подбора	n	Результаты подбора		Отклонение от линии отца +/-	
		Удой, кг	МДЖ, %	Удой, кг	МДЖ, %
		$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$	(+/-)	(+/-)
<b>Внутрилинейный подбор</b>					
♂Монтвик Чифтейна 95679 × ♀Монтвик Чифтейна 95679	78	4276±57,4	3,55±0,03	+22	+0,11
♂Вис Айдиала 933122 × ♀Вис Айдиала 933122	55	4671±69,2	3,35±0,03	+105	-0,03
♂Рефлекшн Соверинга 198998 × ♀Рефлекшн Соверинга 198998	4	4528±58,7	3,57±0,01	+156	-0,14
<b>Кроссы линий</b>					
♂Монтвик Чифтейна 95679 × ♀Вис Айдиала 933122	21	4329±78,8	3,26±0,02	+75	-0,18
♂Монтвик Чифтейна 95679 × ♀Нико 311652	24	4891±57,8	3,29±0,04	+637	-0,15
♂Монтвик Чифтейна 95679 × ♀Аннас Адема 30587	14	4023±73,4	3,32±0,02	-231	-0,12
♂Монтвик Чифтейна 95679 × ♀Рефлекшн Соверинга 198998	26	4084±65,6	3,54±0,02	-170	+0,10
♂Вис Айдиала 933122 × ♀Рефлекшн Соверинга 198998	32	4107±78,9	3,45±0,01	-459	+0,07
♂Вис Айдиала 933122 × ♀Нико 311652	21	4201±68,5	3,61±0,04	-365	+0,23
♂Вис Айдиала 933122 × ♀Аннас Адема 30587	17	4205±72,5	3,23±0,03	-361	-0,15
♂Вис Айдиала 933122 × ♀Монтвик Чифтейна 95679	11	4394±80,5	3,47±0,03	-172	+0,09
♂Рефлекшн Соверинга 198998 × ♀Нико 311652	8	4916±77,8	3,77±0,02	+544	+0,06

При анализе полученных данных установлено, что 44,1% животных получены путем внутрилинейного подбора, а 55,9% – в результате различных кроссов линий. Внутрилинейный подбор первотелок в линиях Монтвик Чифтейна 95679 способствовал увеличению надоя молока и массовой доли жира, а в линиях Вис Айдиала 933122 и Рефлекшн Соверинга 198998 – увеличению надоя и снижению массовой доли жира в молоке. В линии Монтвик Чифтейна 95679 прибавка по надою составила 22 кг, а массовая доля жира в молоке увеличилась на 0,11 процентных пунктов, в линии Вис Айдиала 933122 – на +105 кг и -0,03, а в линии Рефлекшн Соверинга 198998 – на +156 кг и -0,14 процентных пунктов соответственно.

Кросс линий ♂Рефлекшн Соверинга 198998 × ♀Нико 311652 способствовал увеличению надоя и массовой доли жира в молоке. Сочетаемость кроссов линий ♂Монтвик Чифтейна 95679

×♀Вис Айдиала 933122 и ♂Монтвик Чифтейна 95679 ×♀Нико 311652 способствовала увеличению надоя при снижении массовой доли жира в молоке.

В кроссах линий ♂Монтвик Чифтейна 95679×♀Рефлекшн Соверинга 198998, ♂Вис Айдиала 933122 ×♀Рефлекшн Соверинга 198998, ♂Вис Айдиала 933122 ×♀Нико 311652 и ♂Вис Айдиала 933122 ×♀Монтвик Чифтейна 95679 отмечалось снижение надоя при увеличении массовой доли жира в молоке. А в кроссах ♂Монтвик Чифтейна 95679 ×♀Аннас Адема 30587 и ♂Вис Айдиала 933122 ×♀Аннас Адема 30587 снижались оба показателя.

Молочная продуктивность коров, особенно первотелок, связана с большим физиологическим напряжением всего организма. Поэтому животные должны быть хорошо развиты, съедать большое количество корма и перерабатывать его в молоко, иметь крепкую конституцию и здоровье. Выраженность молочной направленности коров-первотелок стада позволяет не только увеличить уровень молочной продуктивности, но и повысить продуктивное долголетие животных, поэтому показатели телосложения лучших животных должны стать основой для установления параметров желательного (модельного) типа молочного скота.

В наших исследованиях мы рассчитали индексы телосложения коров-первотелок различных линий, которые представлены в таблице 3. Наибольшее значение индекса длинноногости (таблица 3) у первотелок быка Модель 500690 (48,9%), а наименьшее – дочери производителя Лютый 500373 (46,8%) линии Вис Айдиала 933122 ( $P \leq 0,05$ ). По величине индекса длинноногости судят о типе недоразвития животного. Индекс растянутости характеризует относительную длину туловища по отношению к высоте животного. Наибольший индекс растянутости отмечен у первотелок быка Норд 500377 линии Монтвик Чифтейна 95679 (110,7%). По индексам длинноногости и растянутости коровы-первотелки относятся к молочно-мясному направлению продуктивности.

**Таблица 3 – Индексы телосложения коров-первотелок**

Индексы телосложения, %		Линия и кличка быка-производителя				
		Монтвик Чифтейна 95679		Вис Айдиала 933122		Рефлекшн Соверинга 198998
		Самурай 500513 (n=80)	Норд 500377 (n=99)	Модель 500690 (n=69)	Лютый 500373 (n=51)	Конкурент 500620 (n=12)
Длинноногости	$\bar{X} \pm m$	47,4±0,24	47,5±0,25	48,9±0,29*	46,8±0,22	48,0±0,27
	Cv,%	2,2	2,4	2,9	2,3	2,8
Растянутости	$\bar{X} \pm m$	108,2±0,24	110,7±0,27*	109,4±0,28	110,6±0,26	110,2±0,23
	Cv,%	1,2	1,1	1,6	1,4	1,3
Грудной	$\bar{X} \pm m$	60,5±0,36	60,7±0,38*	50,1±0,25	58,7±0,29	56,6±0,27
	Cv,%	4,1	4,4	3,1	3,3	3,8
Сбитости	$\bar{X} \pm m$	126,4±0,28	124,9±0,23	125,7±0,25	126,6±0,29	124,8±0,22
	Cv,%	1,5	1,2	1,3	1,5	1,1

По грудному индексу дочери быков Самурай 500513, Норд 500377, Модель 500690, Лютый 500373 и Конкурент 500620 относятся к молочному направлению продуктивности. Индекс сбитости характеризует относительное развитие живой массы тела животного. По индексу сбитости первотелки быка Лютый 500373 линии Вис Айдиала 933122 превосходят своих сверстниц (126,6%). Анализ и сравнение индексов телосложения первотелок свидетельствует о том, что молочная продуктивность сочетается с достаточно хорошо выраженными мясными качествами.

Далее мы рассчитали абсолютную и относительную племенную ценность первотелок различных линий согласно требованиям зоотехнических правил по определению продуктивности племенных животных и определению племенной ценности животных (таблица 4).

**Таблица 4 – Абсолютная и относительная племенная ценность коров-первотелок**

Линия	Кличка быка	Абсолютная племенная ценность, кг		Относительная племенная ценность, %	
		Удой	Молочный жир	Удой	Молочный жир
		$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$
Монтвик Чифтейна 95679	Самурай 500513	-44,3±38,5	-5,06±2,4	98,9±0,7	94,2±0,3
	Норд 500377	43,2±24,4	6,54±2,1	101,1±0,8	100,2±0,5
В среднем по линии Монтвик Чифтейна 95679		4,0±31,5	1,39±2,3	100,1±0,8	97,5±0,4
Вис Айдиала 933122	Модель 500690	98,9±25,6	7,59±1,5	102,5±0,9	100,7±0,5
	Лютый 500373	132,8±18,4	3,99±1,8	103,3±0,7	99,5±0,3
В среднем по линии Вис Айдиала 933122		113,2±22,0	6,69±1,6	102,8±0,8	100,2±0,4
Рефлекшн Соверинга 198998	Конкурент 500620	45,3±18,1	11,94±2,1	101,1±0,4	103,0±0,7

Относительная племенная ценность первотелок четырех быков по удою превышает 100%, кроме дочерей быка-производителя Самурай 500513 линии Монтвик Чифтейна 95679 (98,9%). Относительная племенная ценность дочерей быков Норд 500377 линии Монтвик Чифтейна 95679, Модель 500690 линии Вис Айдиала 933122 и Конкурент 500620 линии Рефлекшн Соверинга 198998 по количеству молочного жира превышает 100%, кроме дочерей быка-производителя Самурай 500513 линии Монтвик Чифтейна 95679 (94,2%) и Лютый 500373 линии Вис Айдиала 933122. Наиболее высокая относительная племенная ценность по удою установлена у дочерей производителей Лютый 500373 (103,3%) и Модель 500690 (102,5%) линии Монтвик Чифтейна 95679. По количеству молочного жира самую высокую относительную племенную ценность имели дочери быков-производителей Конкурент 500620 (103,0%) линии Рефлекшн Соверинга 198998 и Модель 500690 (100,7%) линии Монтвик Чифтейна 95679.

При расчете экономической эффективности производства молока было установлено, что лучшей оказалась линия Вис Айдиала 933122 (дочери быков-производителей Лютый 500373 и Модель 500690), имеющая более высокую молочную продуктивность (4622 и 4525 кг молока за лактацию соответственно) и уровень рентабельности производства молока (8,5 и 8,4% соответственно).

**Заключение.** Отцами первотелок являются 5 быков-производителей: Самурай 500513 и Норд 500377 линии Монтвик Чифтейна 95679, Модель 500690 и Лютый 500373 линии Вис Айдиала 933122, Конкурент 500620 линии Рефлекшн Соверинга 198998. Наиболее высокая молочная продуктивность установлена у дочерей быков Лютый 500373 и Модель 500690 линии Вис Айдиала 933122 (4622 и 4525 кг молока за лактацию соответственно), а самая низкая – у дочерей быка Самурай 500513 линии Монтвик Чифтейна 95679. Массовая доля жира в молоке коров-первотелок разных линий колеблется в пределах от 3,29 до 3,71%.

Наибольшее количество молочного жира получено от дочерей быка-производителя Конкурент 500620 линии Рефлекшн Соверинга 198998, превышающее средний показатель по отобранным первотелкам ( $n=311$ ) на 12,2 кг, а наименьшее – от дочерей быка Самурай 500513 линии Монтвик Чифтейна 95679, что ниже среднего показателя по группе первотелок на 13,5 кг. У первотелок быка Лютый 500373 линии Вис Айдиала 933122 наибольшая живая масса (533 кг), а наименьшая – у дочерей быка Модель 500690 линии Вис Айдиала 933122 (513 кг).

В стаде 44,1% первотелок получены путем внутрилинейного подбора, а 55,9% – в результате различных кроссов линий. Внутрилинейный подбор первотелок в линиях Монтвик Чифтейна 95679 способствовал увеличению надоя и массовой доли жира в молоке (прибавка по надю составила 22 кг, а массовая доля жира в молоке увеличилась на 0,11 процентных пунктов), а в линиях Вис Айдиала 933122 и Рефлекшн Соверинга 198998 – увеличению надоя и снижению массовой доли жира в молоке. Кросс линий ♂Рефлекшн Соверинга 198998 × ♀Нико 311652 способствовал увеличению надоя и массовой доли жира в молоке. В кроссах ♂Монтвик Чифтейна 95679 × ♀Аннас Адема 30587 и ♂Вис Айдиала 933122 × ♀Аннас Адема 30587 снижались оба показателя. Молочная продуктивность первотелок сочетается с достаточно хорошо выраженными мясными качествами.

Относительная племенная ценность дочерей четырех быков-производителей по удою превышает 100%, кроме первотелок быка-производителя Самурай 500513 линии Монтвик Чиф-

тейна 95679 (98,9%). Относительная племенная ценность дочерей быков Норд 500377 линии Монтвик Чифтейна 95679, Модель 500690 линии Вис Айдиала 933122 и Конкурент 500620 линии Рефлекшн Соверинга 198998 по количеству молочного жира превышает 100%, кроме дочерей быка-производителя Самурай 500513 линии Монтвик Чифтейна 95679 (94,2%) и Лютый 500373 линии Вис Айдиала 933122.

При расчете экономической эффективности производства молока было установлено, что лучшей оказалась линия Вис Айдиала 933122 (дочери быков-производителей Лютый 500373 и Модель 500690), имеющая более высокую молочную продуктивность (4622 и 4525 кг молока за лактацию соответственно) и уровень рентабельности производства молока (8,5 и 8,4% соответственно).

**Литература.** 1. Дубинина, О. *Ниже себестоимость кормов – выше продуктивность стада* / О. Дубинина, Н. Фалейчик // *Белорусское сельское хозяйство*. – 2017. – № 4. – С. 71–73. 2. *Новые заводские линии скота голштинской популяции отечественной селекции в Беларуси* / И. Н. Коронец [и др.] // *Зоотехническая наука Беларуси : сборник научных трудов / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству*. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 1. – С. 83–85. 3. Шейко, И. П. *Перспективы научной и инновационной деятельности в животноводстве Беларуси* / И. П. Шейко // *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. – 2018. – Т. 56, № 2. – С. 188–199. 4. Шейко, И. П. *Селекционно-генетические аспекты повышения племенных и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных в Беларуси* / И. П. Шейко // *Научные достижения Республики Беларусь : сборник материалов Дней белорусской науки в г. Москве / под ред. А. Г. Шумилина*. – Минск, 2017. – С. 190–193.

Поступила в редакцию 26.03.2020 г.

УДК 636.4.083:519.2

#### **ЭКСПРЕСС-РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО ВОЗРАСТА И ЖИВОЙ МАССЫ РЕАЛИЗАЦИИ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ ДЛЯ НАДЛЕЖАЩЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ПО ОБОРОТУ СТАДА И ДВИЖЕНИЮ ПОГОЛОВЬЯ НА СВИНОКОМПЛЕКСЕ**

**Соляник С.В., Соляник В.В.**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь

*Разработана программа, позволяющая моделировать производственную ситуацию, при которой решается вопрос: какой живой массой реализовывать молодняк свиней. Использование программы позволило установить, что фактический среднесуточный прирост (от рождения поросят до их выбытия на убой) влияет на продолжительность выращивания и откорма молодняка свиней, а это, в свою очередь, сказывается на обороте станкомест конкретного свиного комплекса. Увеличение веса реализуемых свиней и замедление оборота стада, движения поголовья и использования станочных площадей никак не отражается на объеме производимой годовой продукции свиного комплекса. **Ключевые слова:** свиньи, живая масса, оборот стада, компьютерное моделирование.*

#### **EXPRESS CALCULATION OF THE OPTIMAL AGE AND LIVING WEIGHT OF IMPLEMENTATION OF YOUNG PIGS FOR THE PERFORMANCE OF IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGICAL REQUIREMENTS FOR HUNDRED TURNOVER AND MOVEMENT OF THE PIG BREED**

**Solyanik S.V., Solyanik V.V.**

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry», Zhodino, Republic of Belarus

*A program has been developed to simulate a production situation in which the question of what live weight to realize young pigs is solved. Using the program made it possible to establish that the actual average daily increase (from the birth of piglets to their disposal for slaughter) affects the duration of growing and fattening of young pigs, and this, in turn, affects the turnover of machine tools for a particular pig complex. An increase in the weight of pigs sold and a slowdown in herd turnover, livestock movement and the use of machine areas does not affect the volume of annual production of the pig complex. **Keywords:** pigs, live weight, herd turnover, computer simulation.*

**Введение.** В нашей стране прежде чем начать реализовывать идею о строительстве животноводческого объекта (фермы, комплекса, фабрики), необходимо разработать бизнес-план, в котором приводится подробный расчет денежных потоков от конкретного вида экономической деятельности, позволяющих окупить финансовые средства, выделяемые кредитными организациями, в строго оговоренные сроки. Согласно требованиям бизнес-плана возведение животноводческих ферм и комплексов в обязательном порядке должно соответствовать Республи-

канским нормам технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения животноводческих объектов (РНТП-1-2004) [1]. Белорусские РНТП-1-2004 содержат требования к фермам и комплексам по производству молока, говядины, свинины.

В соответствии с законодательными нормами Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь предельная нормативная стоимость свиноместа на свинокомплексе, построенного по типовому проекту, может составлять максимум 2440 у.е. [2, 3]. При этом количество свиномест на конкретном свинокомплексе соответствует расчетам бизнес-плана, исходя из ежегодной финансовой доходности от реализации свинины, как в целом по комплексу, так и со свиноместа. Эффективность функционирования свинокомплекса базируется на оптимальном обороте стада и движении поголовья по секторам в соответствии с недельной производственной циклограммой [4]. На практике стоимость свиноместа варьирует от 250 у.е. до 1500 у.е., но учитывая перегибы с ценообразованием на свинину, постоянный рост себестоимости производства (корма, ветеринарные препараты, электроэнергия, фонд зарплаты), инфляция, то вопрос о реальной доходности со свиноместа стоит особенно остро. Зачастую срок окупаемости свинокомплекса может составлять более четверти века, а то и вовсе заемные капитальные средства, полученные на проектирование и строительство, не возвращаются кредиторам.

В подпункте 4.2.1 РНТП для молодняка свиней предусмотрена следующая классификация с учётом их физиологического состояния и назначения: поросята-сосуны (от рождения до 2-х месячного возраста, а при раннем отъеме - до 26 дней); отъёмыши (после отъема от маток до 4 мес. возраста); свиньи на откорме (молодняк в возрасте от 3-4 мес. до 8-9 мес. возраста). В подпункте 4.3.12 указано, что при проектировании свиноводческих объектов необходимо применять следующий уровень среднесуточного прироста живой массы молодняка свиней: подсосный период – свинофермы 180-200 г, свинокомплексы: ранний отъем – 170-180 г, поздний отъем – 250-260 г; доразривание – свинофермы 330-370 г, свинокомплексы: ранний отъем – 350-340 г, поздний отъем – 380-450 г; откорм – свинофермы 400-450 г, свинокомплексы – 500-600 г.

В соответствии с подпунктом 4.6.1 РНТП предусмотрены следующие нормы площадей и размеры основных технологических элементов зданий, сооружений и помещений: групповые станки для поросят-отъемышей – площадь на 1 голову – 0,35 м<sup>2</sup>; для молодняка на откорме – 0,8 м<sup>2</sup> (сухой тип кормления), 0,9 м<sup>2</sup> (при влажном типе кормления); максимальная численность поголовья в станке на доразривании и на откорме – 25 голов. Согласно подпункту 4.7 РНТП – фронт кормления (при сухом и влажном корме): для поросят-сосунов – 20 см, для поросят-отъемышей – 25 см, для молодняка на откорме – 30 см. Согласно примечанию: 1. Общую длину кормушек (фронт кормления) определяют из расчета всех свиней в одну смену – одна голова на одно кормоместо. Поилки, кроме сосковых, предусматривают из расчета одна поилка на групповой или индивидуальный станок. 2. При постоянном доступе свиней к сухим кормам допускается принимать до 3 голов на одно кормоместо.

Следует отметить, что действующие в XXI веке нормы проектирования свиноводческих предприятий разработаны еще во времена СССР, то есть без малого полвека назад: ОНТП 2-77 [5], ОНТП 2-85 [6]. При этом продолжительность периода времени от рождения до достижения молодняком свиней живой массы 100 кг, на большинстве действующих белорусских свинокомплексах, составляет не более 6 месяцев, а в некоторых – менее 150 дней. Поэтому классификация половозрастных групп как 0-2, 2-4, 4-8 месяцев лишено технологического смысла, но, как не странно, она до сих пор является основой бухгалтерского учета в свиноводстве.

Таким образом, согласно действующему законодательству в сфере строительства и эксплуатации свинокомплексов в обязательном порядке нужно выполнять требования по количеству размещенного поголовья в станках для содержания молодняка свиней, обеспечивая установленную площадь на голову и фронт кормления поросят на доразривании и откорме. При этом бизнес-планом устанавливается требование к живой массе молодняка свиней реализуемого на убой, обычно эти свиньи должны быть первой категории (живая масса 70-100 кг, толщина шпика - не более 2,0 см). Хотя с зоотехнической точки зрения, более высококачественная свинина получается от животных, имеющих вес при реализации в пределах 130-150 кг.

На наш взгляд, основной критерий эффективности свиноводства - это ежегодный объем чистой финансовой прибыли со свиноместа, окупаемость капитальных материально-финансовых затрат на свиноместо не более 5 лет. Для расчета данных параметров важно не только анализировать информацию бизнес-плана для строительства свинокомплекса, но фактические значения стоимости свиноместа; себестоимость и объем производства свинины; цена реализации свиней в живой массе.

Цель работы – определение оптимального возраста и живой массы реализации молодняка свиней, чтобы выполнялись технологические требования по обороту стада и движению поголовья на свинокомплексе.

**Материалы и методы исследований.** Предположим, что согласно бизнес-плану свинокомплекс имеет, например, 15 тыс. свиномест и должен ежегодно реализовывать 3 тыс. т свинины в живом весе. Исходя из оборота стада и движения поголовья еженедельно, на реализацию должно поступать не менее 58 т свиней в живом весе (таблица 1).

**Таблица 1 - Блок-программа для расчета плана по общей массе реализованной свинины за периоды**

	<b>А</b>	<b>В</b>
<b>1</b>	Количество свиномест для молодняка свиней, шт.	<b>15000</b>
<b>2</b>	Живая масса молодняка свиней, передаваемых на убой, кг	<b>100</b>
<b>3</b>	Среднесуточный прирост свиней от рождения до реализации, г	<b>550</b>
<b>4</b>	Продолжительность выращивания и откорма, дн.	$=B2/B3*1000$
<b>5</b>	Продолжительность выращивания и откорма, недель	$=B4/7$
<b>6</b>	Продолжительность выращивания и откорма, месяц	$=B4/30,416$
<b>7</b>	Оборот станкомест за год	$=365/B4$
<b>8</b>	Объем реализованной свинины с одного свиноместа, кг/год	$=B7*B2$
<b>9</b>	Объем реализованной свинины с имеющихся свиномест, т/нед.	$=B8/52*B1/1000$
<b>10</b>	Объем реализованной свинины с имеющихся свиномест, тыс. т/год	$=B9*52/1000$

Учитывая, что РНТП-1-2004 распространяются на производство молока, говядины и свинины, нами разработана программа для моделирования возможности выполнения плана при производстве говядины (таблица 2).

**Таблица 2 - Блок-программа для расчета бизнес-плана по общей массе реализованной продукции за период**

	<b>А</b>	<b>В</b>
<b>1</b>	Зоологический вид	<b>Крупный рогатый скот</b>
<b>2</b>	Живая масса новорожденного животного, кг	<b>32</b>
<b>3</b>	План реализации животных за период, гол.	<b>350</b>
<b>4</b>	План реализации животных за период, т	<b>60</b>
<b>5</b>	Фактически реализовано животных за период, гол.	<b>300</b>
<b>6</b>	Фактически реализовано животных общим весом, т	<b>53</b>
<b>7</b>	Продолжительность выращивания от рождения до реализации, дн.	<b>195</b>
<b>8</b>	Плановая живая масса реализованного животного, кг/гол.	$=B4/B3*1000$
<b>9</b>	Плановый среднесуточный прирост за период выращивания и откорма, г	$=(B8-B2)/B7*1000$
<b>10</b>	Фактическая живая масса реализованного животного, кг/гол.	$=B6*1000/B5$
<b>11</b>	Фактический среднесуточный прирост за период выращивания и откорма, г	$=(B10-B2)/B7*1000$
<b>12</b>	Выполнение плана по общей живой массе реализованных животных за период, %	$=B6*100/B4-100$
<b>13</b>	План по общей живой массе реализованных животных за период	$=ЕСЛИ(B12>=0;$ "выполнен"; "не выполнен")

Зачастую, в производственной ситуации, среднесуточный прирост от рождения до реализации можно считать условным, так как специалисты, отгружающие скот, не учитывают живую массу животного при рождении. Если для свиней при весе новорожденного поросенка, 1-2 кг (в среднем 1,2 кг) это не столь критично, то для крупного рогатого скота, особенно при дифференциации по направлениям продуктивности или породам (молочные, мясные, комбинированные), целесообразно от живой массы при реализации отнимать вес теленка при рождении (30-50 кг). Исходя из этого в блок-программе мы осознанно отвели ячейки А1:В2 под характеристики зоологического вида и живой массы при рождении детенышей. Поэтому при заполнении ячеек В1 и В2 (таблица 1), значения среднесуточного прироста за период выращивания и откорма можно считать фактическим, то есть полученным в производственных условиях.

Для трансформации блок-программы под производителей молока, яиц, мяса птицы, можно изменить наименование показателей и единицы их измерения, а принцип расчета оставить. Дело в том, что для производителей свинины минимальным временным периодом для установления негативных трендов в производственном процессе является неделя; говядины – ме-

ся; а молоко, яиц, мяса птицы – одни сутки. Отдельные временные периоды характерны для предприятий, занимающихся реализацией племенных животных, и в зависимости от зоологического вида могут измеряться неделями и месяцами.

Нами разработана модель, которая позволяет рассчитать продолжительность выращивания и откорма молодняка свиней, варьируя живой массой при реализации и среднесуточным приростом (таблица 3).

**Таблица 3 - Блок-программа расчета продолжительности выращивания и откорма свиней**

	<b>А</b>	<b>В</b>
<b>1</b>	Живая масса при реализации, кг	<b>100</b>
<b>2</b>	Среднесуточный прирост молодняка свиней от рождения до реализации, г	<b>450</b>
<b>3</b>	Продолжительность выращивания и откорма, дн.	$=(-2753,825+1026,4594*B1)*$ $B2^{(-1,0256978+0,000440198*}$ $B1-0,000001865856*B1^2)$

Чтобы воспользоваться представленными блок-программами, их можно скопировать в соответствующие диапазоны ячеек табличного процессора MS Excel.

**Результаты исследований.** Используя блок-программу (таблица 3), мы смоделировали продолжительность выращивания и откорма молодняка свиней (таблица 4).

**Таблица 4 - Продолжительность выращивания и откорма, дн.**

Живая масса, кг	Среднесуточный прирост от рождения до реализации, г					
	350	450	550	650	750	850
100	286	222	182	154	133	118
125	357	278	227	192	167	147
150	429	333	273	231	200	176

Из данных таблицы 4 видно, что продолжительность периода выращивания и откорма молодняка свиней, от рождения до реализации, может быть одинаковым при условии более низких среднесуточных приростах и живой массе при убое, или более высоких уровнях этих технологических показателей. Например, период в 222 дня можно получить при живой массе 100 кг и среднесуточном приросте 450 г, 127 кг и 574 г; 149 кг и 670 г.

Использование блок-программы позволяет проводить динамику среднесуточных приростов реализуемого молодняка свиней, при строгом выполнении циклограммы технологического процесса, в которой указана дата или неделя выбытия животных со свиного комплекса.

Здесь мы не учитываем сохранность поголовья, приняв ее за 100%. Можно предположить, что если сохранность менее 100%, то молодняк можно выращивать до более высоких кондиций, так как увеличивается площадь станка в расчете на голову, а при комфортных условиях содержания и оптимальном кормлении, вероятно, увеличится и среднесуточный прирост свиней в отдельных станках.

На наш взгляд, нельзя с высокой степенью достоверности прогнозировать выполнение плановых показателей по уровню среднесуточных приростов, ни сохранности поголовья, в конкретные периоды технологического процесса на свином комплексе. Поэтому нужно постоянно проводить «обратный расчет» при реализации на убой конкретной группы молодняка свиней с откорма, то есть живую массу нужно разделить на продолжительность периода времени от рождения до выбытия на мясокомбинат.

Следующим шагом является определение динамики оборота стада при изменении живой массы реализуемых свиней и среднесуточного прироста от рождения до реализации (таблица 5).

**Таблица 5 - Оборот станкомест и объем реализуемой свинины товарного свиного комплекса**

Показатели	Живая масса, кг	Среднесуточный прирост от рождения до реализации, г					
		<b>350</b>	<b>450</b>	<b>550</b>	<b>650</b>	<b>750</b>	<b>850</b>
Оборот свиномест за год							
	<b>100</b>	1,28	1,64	2,01	2,37	2,74	3,10
	<b>125</b>	1,02	1,31	1,61	1,90	2,19	2,48
	<b>150</b>	0,85	1,10	1,34	1,58	1,83	2,07
Объем реализованной свинины (свиного комплекс на 15 тыс. свиномест):							
с одного свиноместа, кг/год		128	164	201	237	274	310
с имеющихся свиномест, т/нед.		37	47	58	68	79	89
с имеющихся свиномест, тыс. т/год		1,9	2,5	3,0	3,6	4,1	4,7

Моделирование производственной ситуации позволяет сделать вывод, что основополагающим фактором при решении вопроса, какой живой массой реализовывать молодняк свиней, является среднесуточный прирост от рождения поросят до их выбытия на убой. Именно фактический среднесуточный прирост влияет на продолжительность выращивания и откорма молодняк свиней, а это, в свою очередь, сказывается на обороте станкомест конкретного свиногомплекса. Однако, несмотря на замедление оборота использования станочных площадей, объем производимой годовой продукции свиногомплекса остается на одном и том же уровне.

К слову, производство более тяжеловесных свиней, если у сельхозорганизации имеется собственный мясоперерабатывающий цех и сеть фирменной торговли, может быть более выгодным мероприятием. Ведь себестоимость килограмма прироста и требовательность к качеству кормов у молодняка, откармливаемого до тяжелых кондиций (130 кг и более), значительно ниже, чем молодняка 95-105 кг.

Следовательно, если перед руководством товарного свиногомплекса поставлена задача повысить сдаточный вес молодняка свиней, то необходимо по технологической циклограмме отслеживать продолжительность выращивания и откорма (число дней), и живую массу животных при реализации на убой. Но лучшим критерием является общая живая масса реализованных за неделю свиней, а учет их количества и продолжительность выращивания и откорма - лишь для определения в динамике фактического среднесуточного прироста, чтобы он не был ниже, чем по проекту.

Предположим, что производственная мощность свиногомплекса - 3 тыс. т свинины в живом весе. Следовательно, еженедельно на мясокомбинат должно поступать не менее 58 т, то есть 580 свиней по 100 кг каждая, или 387 голов - по 150 кг, а за год - 30 тыс. свиней массой 100 кг/гол., или 20,1 тыс. свиней весом 150 кг/гол. Как итог, заблаговременно, не позже чем за полгода, необходимо изменить оборот стада, в частности количество осемененных основных свиноматок за каждый ритм работы свиногомплекса, а также учитывать их прохолост и многоплодие.

В целом, прежде чем принимать решение, каким живым весом реализовывать молодняк свиней на мясокомбинат, то есть игнорировать бизнес-план, на основе которого были взяты заемные средства на строительство свиногомплекса, нужно, чтобы они были уже возвращены, то есть проект окупился, и лишь затем смоделировать производственно-финансовую ситуацию - какие получатся положительные и отрицательные результаты от такого рода нововведения.

Следовательно, если денежные средства на возведение свиногомплекса не возвращены в полном объеме, ни о каких кардинальных шагах, к которым относятся и повышение живой массы реализуемых свиней, речи не должно идти. Учитывая нестабильность финансовой ситуации в стране, постоянный рост инфляции и валютных курсов, наличие иных негативных макроэкономических тенденций, важно повышать доходность со свиноместа путем снижения себестоимости производства и поиска покупателей, способных предложить более выгодную цену на свинину в живом весе.

**Заключение.** Разработана программа, позволяющая моделировать производственную ситуацию, при которой решается вопрос - какой живой массой реализовывать молодняк свиней. Использование программы позволило установить, что фактический среднесуточный прирост (от рождения поросят до их выбытия на убой) влияет на продолжительность выращивания и откорма молодняка свиней, а это, в свою очередь, сказывается на обороте станкомест конкретного свиногомплекса. Увеличение веса реализуемых свиней и замедление оборота стада, движения поголовья и использования станочных площадей никак не отражается на объеме производимой годовой продукции свиногомплекса.

**Литература.** 1. Республиканские нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения животноводческих объектов : РНТП-1-2004 / Н. А. Попков [и др.] ; Институт Белгипроагропищепром. - Минск, 2004. - 92 с. 2. Об утверждении предельных нормативов стоимости : постановление Коллегии Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 05.05.2016, № 152. - 2 с. 3. Соляник, В. В. Вычислительная зоотехния: моделирование затрат на проектирование и строительство свиногомплексов / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Интенсивность и конкурентоспособность отраслей животноводства : материалы Международной научно-практической конференции, 21-22 апреля 2016 года. - Кокино : ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. - 2016. - С. 148-151. 4. Соляник, В. В. Технологический расчет оборота стада и надлежащее выполнение еженедельного рабочего графика - это производственная основа функционирования свиноводческого предприятия / В. В. Соляник, А. В. Соляник, С. В. Соляник // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник научных трудов. - Горки : БГСХА, 2014. - Вып. 17, ч. 1. - С. 318-328. 5. Общесоюзные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий : ОНТП 2-77. - Москва : Колос, 1979. - 55 с. 6. Общесоюзные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий : ОНТП 2-85. - Москва : Госагропром СССР, 1986. - 65 с.

Поступила в редакцию 08.04.2020 г.

УДК 636.2.082

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ И УВЕЛИЧЕНИЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА В УСЛОВИЯХ ОАО АГРОКОМБИНАТ «ЮЖНЫЙ» ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА

Яцына О.А., Коробко А.В., Карпеня С.Л., Соглаева Е.Е.

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

*При выполнении исследований определены пути повышения молочной продуктивности коров. Проведенная экономическая оценка показала, что на перспективу среднегодовой удой на корову составит 6138 кг с массовой долей жира в молоке 3,68%. Уровень рентабельности производства молока увеличится до 23,1%, что на 4,7 п.п. выше существующего. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, молочная продуктивность, сервис-период, сухостойный период, лактация, живая масса.*

## WAYS TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF COWS AND INCREASE THE PROFITABILITY OF MILK PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF OPEN JOINT STOCK COMPANY «YUZHNY»

Yatsyna O.A., Korobko A.V., Karpenya S.L., Soglayeva E.E.

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

*The studies identified ways to increase the dairy productivity of cows. The economic assessment showed that for the future the average annual weight per cow will be 6,138 kg with a weight fraction of fat in milk of 3,68%. The level of profitability of milk production will increase to 23,1%, which is 4,7 p.p. higher than the existing one. **Keywords:** cattle, dairy efficiency, service-period, dry period, lactation, live weight.*

**Введение.** Отечественное молочное животноводство на современном этапе экономического развития страны должно быть конкурентноспособным и рентабельным, а также основываться на высокопродуктивном поголовье животных. Повышение продуктивности неразрывно связано с экономикой производства [4]. Основой повышения эффективности производства молока является интенсивное использование продуктивного скота, что возможно при правильной организации воспроизводства стада. Высокоэффективные породы скота молочного направления являются основополагающим фактором интенсификации молочного подкомплекса.

Повысить потенциал продуктивности дойного стада можно за счет быстрого улучшения племенных и продуктивных качеств молочного скота на базе широкого и рационального использования селекционных достижений, методов популяционной генетики и принципов крупномасштабной селекции при биологически полноценном кормлении животных, улучшения условий их содержания и увеличения их генетического потенциала. Уровень молочной продуктивности зависит от наследственности, породы, физиологического состояния, условий кормления, содержания, использования животных. Поэтому установить меру влияния каждого из них в отдельности очень трудно. Для дальнейшего увеличения молочной продуктивности необходимо дать качественную оценку показателям молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы [1, 2].

Формирование белорусской черно-пестрой породы с необходимыми хозяйственно полезными признаками зависит от целенаправленной селекционно-племенной работы с породой. Использование высочайшего генетического потенциала позволит посредством крупномасштабной селекции (через искусственное осеменение и широкое использование трансплантации эмбрионов и ДНК-технологии) комплектовать племенными телками и быками госплемпредприятия и племенные хозяйства республики, что позволит получать коров с потенциальной продуктивностью не менее 15 тыс. кг молока от коровы [5].

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в производственных условиях ОАО Агрокомбинат «Южный» Гомельского района Гомельской области. Объектом исследований служили 170 коров с законченной лактацией. Рационы кормления для коров составляются с учетом периода лактации и величины удоя. Молочная продуктивность коров различных линий была изучена по общепринятым селекционным признакам (удой за 305 дней лактации, содержание жира и белка в молоке, количество молочного жира и белка, живая масса). Удой коров первой и второй лактации корректировали к полновозрастной лактации, умножая на коэффициенты 1,33 и 1,11 соответственно.

Все коровы были распределены по числу отелов, изучена их молочная продуктивность в разрезе лактаций и живой массы, в зависимости от продолжительности сервис- и сухостойного периода. Статистический анализ данных проводили согласно общепринятым методикам с использованием программы Microsoft Excel. В наших исследованиях приняты следующие уровни значимости: \*  $\square P \leq 0,05$ ; \*\*  $\square P \leq 0,01$  и \*\*\*  $\square P \leq 0,001$ .

**Результаты исследований.** Важным элементом селекционно-племенной работы является разведение по линиям, имеющее своей целью, прежде всего превращение достоинств

лучших животных в групповые признаки. Генеалогическая структура отобранных коров в ОАО «Агрокомбинат «Южный» представлена 4 линиями: Аннас Адема 30587, Рефлекшн Соверинга 198998, Монтвик Чифтейна 95679, Вис Айдиала 933122. Наибольшее число коров принадлежит к линии Рефлекшн Соверинга 198998 (46 голов, или 27,1%).

Определить степень значения некоторых факторов важно для работы по повышению молочной продуктивности скота. Мы проанализировали молочную продуктивность коров в разрезе линий и данные отобразили в таблице 1. Анализируя таблицу 1, можно сделать вывод, что наивысший удой за 305 дней лактации установлен у коров линии Вис Айдиала 933122 – 6147 кг. Коровы этой линии превосходили животных линии Рефлекшн Соверинга 198998 на 477 кг, или на 8,4%, коров линии Монтвик Чифтейна 95679 – на 420 кг, или 7,3%, а животных линии Аннас Адема 30587 - на 660 кг, или на 12% ( $P < 0,05$ ). Самая низкая продуктивность у коров линии Аннас Адема 30587 – 5487 кг, что ниже среднего по стаду на 218 кг. Массовая доля жира в молоке находилась в пределах от 3,65% у коров линии Аннас Адема 30587 до 3,62% у животных линии Вис Айдиала 933122. Количество молочного жира является важным показателем, так как это один из главных признаков оценки молочной продуктивности.

**Таблица 1 – Молочная продуктивность коров стада по линиям (удой скорректированный),  $\pm m$**

Линия	n	Показатели молочной продуктивности				
		удой, кг	массовая доля жира, %	количество молочного жира, кг	массовая доля белка, %	количество молочного белка, кг
Аннас Адема 30587	40	5487 $\pm$ 106	3,65 $\pm$ 0,01	200 $\pm$ 3,9	3,10 $\pm$ 0,01	170 $\pm$ 3,3
Рефлекшн Соверинга 198998	46	5670 $\pm$ 104	3,65 $\pm$ 0,02	207 $\pm$ 3,8	3,09 $\pm$ 0,01	175 $\pm$ 3,2
Монтвик Чифтейна 95679	42	5727 $\pm$ 156	3,64 $\pm$ 0,01	209 $\pm$ 5,7	3,09 $\pm$ 0,01	177 $\pm$ 4,9
Вис Айдиала 933122	42	6147 $\pm$ 155*	3,62 $\pm$ 0,01	223 $\pm$ 5,7	3,07 $\pm$ 0,01	189 $\pm$ 4,8
Среднее по стаду	170	5705 $\pm$ 148	3,64 $\pm$ 0,02	208 $\pm$ 2,5	3,09 $\pm$ 0,01	176 $\pm$ 2,1

Молочного жира больше получено от коров линии Вис Айдиала 933122 – 189 кг. Они превосходили животных линии Рефлекшн Соверинга 198998, Монтвик Чифтейна 95679 и Аннас Адема 30587 на 8%, 6,8 и 11,2% соответственно. Белковомолочность установлена выше у коров линии Аннас Адема 30587, а самая низкая - у коров линии Вис Айдиала 933122. Разница составила 0,03 процентных пунктов. Количество молочного белка больше получено от коров линии Вис Айдиала 933122 – 189 кг, что на 19 кг больше по сравнению с самым низким значением данного показателя у животных линии Аннас Адема 30587.

У коров значительно выражена возрастная изменчивость молочной продуктивности. Молодые коровы по первому и второму, а в ряде случаев и по третьему отелу дают более низкие удои, чем взрослые животные. Обычно молочная продуктивность коров при прочих равных условиях увеличивается до третьего отела по мере развития организма, в том числе молочной железы [3]. Результаты молочной продуктивности коров в разрезе лактаций представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Молочная продуктивность коров в зависимости от возраста,  $\pm m$**

Показатели молочной продуктивности	Лактация по счету		
	1 (n=31)	2 (n=34)	3 и ст. (n=105)
Удой за 305 дней лактации, кг	5039 $\pm$ 115	5242 $\pm$ 117	6051 $\pm$ 82*
Массовая доля жира в молоке, %	3,61 $\pm$ 0,01	3,66 $\pm$ 0,02	3,64 $\pm$ 0,01
Количество молочного жира, кг	183 $\pm$ 4,2	192 $\pm$ 4,3	220 $\pm$ 3,9
Массовая доля белка в молоке, %	3,06 $\pm$ 0,01	3,10 $\pm$ 0,01	3,08 $\pm$ 0,01
Количество молочного белка, кг	154 $\pm$ 3,2	163 $\pm$ 3,9	186 $\pm$ 4,9

Из данных таблицы следует, что из 170 коров с законченной лактацией 18,2% составляют первотелки, 20% – коровы второй лактации и 61,8% приходится на коров третьей и старшей лактации. Средний удой по стаду составляет 5705 кг молока, при массовой доле жира в молоке 3,64% и количеству молочного жира – 208 кг. С увеличением числа лактации повышается удой. Наилучшими результатами обладают животные 3 лактации и составляют по удою 6051 кг, с

массовой долей жира в молоке – 3,64% и количеству молочного жира – 220 кг. Разница этих показателей с группой коров 1 лактации составляет по удою 1012 кг, массовой долей жира – 0,03%, количеству молочного жира в молоке – 37 кг. Наибольшая белково-молочность установлена у коров 2 лактации, а самая низкая – у коров 1 лактации, разница составила 0,04 процентных пунктов. Наибольшим количеством молочного белка характеризуются коровы 3 и старшей лактации – 186 кг, что на 32 кг больше по сравнению с коровами 1 лактации.

Промежуток времени от отела до плодотворной случки (осеменения) принято называть сервис-периодом. При сокращенном сервис-периоде лактация укорачивается, при его увеличении — удлиняется, что неизбежно приводит в первом случае к снижению удоя за лактацию, а во втором — к уменьшению выхода телят за год. Нами проанализирована зависимость молочной продуктивности от продолжительности сервис-периода, результаты обработки данных представлены в таблице 3. Большинство коров стада имеют сервис-период продолжительностью от 81 до 100 дней. Наибольший удой, количество молочного жира и белка установлены у коров с продолжительностью сервис-периода 81-100 дней – 6002 кг, 218 и 185 кг соответственно. Наибольшая массовая доля жира и белка в молоке были у коров с продолжительностью сервис-периода от 61 до 80 дней – соответственно 3,65 и 3,09%. Коровы с продолжительностью сервис-периода более 120 дней характеризовались наименьшей продуктивностью, их удой составил 5020 кг, с массовой долей жира и белка в молоке 3,61 и 3,06% соответственно.

**Таблица 3 – Влияние продолжительности сервис-периода на молочную продуктивность коров (удой скорректированный),  $\pm m$**

Показатели молочной продуктивности	Сервис-период, дней				
	до 60 n=2	61-80 n=47	81-100 n=78	101-120 n=31	121 и > n=12
Удой за 305 дней лактации, кг	5200 $\pm$ 71	5627 $\pm$ 112	6002 $\pm$ 128*	5375 $\pm$ 154	5020 $\pm$ 196
Массовая доля жира в молоке, %	3,61 $\pm$ 0,01	3,65 $\pm$ 0,01	3,64 $\pm$ 0,02	3,62 $\pm$ 0,01	3,61 $\pm$ 0,01
Количество молочного жира, кг	188 $\pm$ 2,6	205 $\pm$ 3,7	218 $\pm$ 4,5	195 $\pm$ 5,7	181 $\pm$ 5,5
Массовая доля белка в молоке, %	3,06 $\pm$ 0,01	3,09 $\pm$ 0,02	3,08 $\pm$ 0,01	3,07 $\pm$ 0,01	3,06 $\pm$ 0,01
Количество молочного белка, кг	159 $\pm$ 3,6	174 $\pm$ 4,5	185 $\pm$ 4,8	165 $\pm$ 3,9	154 $\pm$ 3,3

В период лактационной деятельности, особенно при высокой продуктивности, молочные железы и сами коровы подвергаются большому физическому напряжению, а возможности для отдыха в период лактации ограничены. Поэтому коровам для восстановления живой массы, упитанности, создания резерва для последующей лактации и наилучших условий для роста плода необходим отдых. Сухостойный период определяет две основные функции коров: лактационную и воспроизводительную. В этот период происходит восстановление запаса питательных веществ в организме коров, подготовка их к отелу, создание необходимых условий для получения здоровых телят, высокой молочной продуктивности в последующей лактации и дальнейшему своевременному проявлению воспроизводительной функции. Данные о продолжительности сухостойного периода коров представлены в таблице 4.

**Таблица 4 – Влияние продолжительности сухостойного периода на молочную продуктивность (удой скорректированный),  $\pm m$**

Показатели молочной продуктивности	Сухостойный период, дней		
	до 45 (n=2)	45-60 (n=82)	65 и более (n=55)
Удой за 305 дней лактации, кг	5670 $\pm$ 50	5712 $\pm$ 145	5696 $\pm$ 167
Массовая доля жира в молоке, %	3,63 $\pm$ 0,02	3,64 $\pm$ 0,01	3,64 $\pm$ 0,01
Количество молочного жира, кг	206 $\pm$ 0,4	208 $\pm$ 5,5	207 $\pm$ 3,1
Массовая доля белка в молоке, %	3,07 $\pm$ 0,01	3,08 $\pm$ 0,01	3,08 $\pm$ 0,01
Количество молочного белка, кг	174 $\pm$ 3,1	176 $\pm$ 3,4	175 $\pm$ 3,3

По данным таблицы можно сделать заключение, что наиболее высокая продуктивность у коров с продолжительностью сухостойного периода от 45-60 дней – 5712 кг. Продуктивность коров, как с длинным, так и с коротким сухостойным периодом была незначительно ниже. Удой животных с продолжительностью сухостойного периода более 60 дней был на 16 кг выше по сравнению с удоём коров, имевших сухостойный период до 45 дней. Животные с сухостойным периодом до 45 дней имели удой на 42 кг, или на 0,7%, ниже по сравнению с животными с сухостойным периодом 45-60 дней. Продолжительность сухостойного периода не оказала существенного влияния на содержание жира в молоке. Этот показатель находился в пределах от

3,63 до 3,64%. Значительных различий по массовой доле белка в молоке в зависимости от продолжительности сухостойного периода не установлено. Белковомолочность колебалась в пределах от 3,07 до 3,08%.

Молочная продуктивность коров во многом зависит от их живой массы, так как последняя является показателем общего развития и упитанности животных. При увеличении живой массы повышается и надой, так как более крупные животные способны больше поедать кормов и перерабатывать их в молоко за счет большего объема внутренних органов. Проведен анализ по изменению продуктивности коров в зависимости от живой массы, данные представлены в таблице 5.

**Таблица 5 – Живая масса и относительная молочность коров,  $\pm m$**

Лактации	n	Средняя живая масса, кг	Удой, кг	Коэффициент молочности, кг
I	31	508 $\pm$ 4,4	5039 $\pm$ 115	992
II	34	517 $\pm$ 3,5	5242 $\pm$ 117	1014
III и старше	105	539 $\pm$ 4,9	6051 $\pm$ 82	1123
В среднем по стаду	170	529 $\pm$ 3,7	5705 $\pm$ 148	1078

Живая масса коров с возрастом увеличивается. Коровы третьей лактации и старше по живой массе превышают первотелок на 31 кг, или на 6,1%, животных второй лактации - на 22 кг, или на 4,3%. Средняя живая масса по стаду составила 529 кг. Коэффициент молочности высокий у коров 3 лактации и старше – 1123 кг.

В современных условиях ведения животноводства важное значение приобретает экономический анализ эффективности мероприятий, с помощью которых можно изыскать действенные методы повышения уровня продуктивности животных.

Мы провели расчеты по следующим основным показателям: себестоимости продукции, затратам труда на ее производство, сумме прибыли, приходящей на 1 ц продукции, уровню рентабельности производства молока. При этом мы использовали данные из годового отчета и бухгалтерского учета предприятия за 2017 год о средних реализационных ценах за единицу продукции, затратах денежно-материальных средств и труда на содержание животных всего стада и в расчете на 1 голову и другие.

Проведенная экономическая оценка показала, что на перспективу среднегодовой удой на корову составит 6138 кг с массовой долей жира в молоке 3,68%. Уровень рентабельности производства молока увеличится до 23,1%, что на 4,7 п.п. выше существующего.

Закключение. Таким образом, наиболее высокий удой за 305 дней лактации линии установлен у коров линии Вис Айдиала 933122 и составил 6147 кг, что на 8,4% выше, чем удой животных линии Рефлекшн Соверинга 198998, на 7,3% коров линии Монтвик Чифтейна 95679 и на 12% линии Аннас Адема 30587 ( $P < 0,05$ ). Наиболее высокие удои отмечаются у коров 3 лактации – 5432 кг, с массовой долей жира в молоке – 3,86% и количеством молочного жира – 200 кг. Большинство коров имеют сервис-период продолжительностью 81-100 дней. Наибольший удой, количество молочного жира и белка установлены у коров с продолжительностью сервис-периода 81-100 дней - 6002 кг, 218 и 185 кг соответственно. Удой животных с продолжительностью сухостойного периода более 60 дней был на 16 кг выше по сравнению с удоем коров, имевших сухостойный период до 45 дней. Себестоимость 1 ц молока снизится на 4,9%, а прибыль увеличится на 21%.

**Литература.** 1. Гринь, М. П. Методические основы селекционно-племенной работы с породой молочного скота / М. П. Гринь // *Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі*. – 2015. – № 1. – С. 75–80. 2. Зоотехнические правила о порядке определения продуктивности племенных животных, племенных стад, оценки фенотипических и генотипических признаков племенных животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mshp.gov.by>. – Дата доступа: 03.02.2019. 3. Племенная работа в маточном поголовье молочного скота / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2009. – 139 с. 4. Система ведения молочного скотоводства Республики Беларусь / Н. А. Попков [и др.]. – Минск, 2010. – 19 с. 5. Танана, Л. А. Использование коров белорусской черно-пестрой породы различной линейной принадлежности в хозяйствах с разным зоотехническим фоном / Л. А. Танана, М. А. Дашкевич, А. А. Дорошко // *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі*. – 2007. – № 2. – С. 5–7.

Поступила в редакцию 22.01.2020 г.

УДК 619:616.98:632.2:612.117:615.37

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРЭСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ****\*Борисовец Д.С., \*Журавлева Е.С., \*\*Красочко П.А., \*\*Яромчик Я.П., \*Морозов А.М., \*Курбат И.А.**

\*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»,

г. Минск, Республика Беларусь

\*\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,

г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье приведены результаты определения антимикробных и противовирусных свойств штаммов бактерий рода *Bacillus*, выделенных из донных отложений пресноводных водоемов, с дальнейшим направлением их использования в качестве продуцентов ряда пробиотических культур. Изучены пробиотические свойства, антимикробная и противовирусная активность, безвредность и токсичность штаммов рода *Bacillus*. Для дальнейшей работы при конструировании ветеринарных препаратов отобрано 3 изолята: *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. subtilis*, которые являлись безвредными и нетоксичными для лабораторных животных, обладали высокой амило- и целлюлолитической активностью, а также широким спектром антибактериальной и противовирусной активности. **Ключевые слова:** водоемы, бактерии, изоляты, пробиотики.*

**BIOLOGICAL PROPERTIES OF STAINS OF BACTERIAS OF THE GENUS *BACILLUS* ISOLATED FROM THE BOTTOM SEDIMENTS OF PONDS****\*Borisovets D.S., \*Zhuravleva E.S., \*\*Krasochko P.A., \*\*Yaromchik Y.P., \*Morozov A.M., \*Kurbat I.A.**

\*Institute of experimental veterinary medicine named S.N. Vyshellesski, Minsk, Republic of Belarus

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

*The article presents the results of determining the antimicrobial and antiviral properties of bacterial strains of the genus *Bacillus*, isolated from the bottom sediments of ponds, with a further direction of their use as producers of probiotic cultures. The probiotic properties, antimicrobial and antiviral activity, harmlessness and toxicity of strains of the genus *Bacillus* were studied. For further work in the design of veterinary preparations, 3 isolates were selected: *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. subtilis*, which were harmless and non-toxic for laboratory animals, had high amylo- and cellulolytic activity, as well as a wide spectrum of antibacterial and antiviral activity. **Keywords:** ponds, bacterias, isolates, probiotics.*

**Введение.** Высокая концентрация поголовья скота в условиях крупных животноводческих комплексов приводит к возникновению и распространению вирусно-бактериальных энтеритов у молодняка крупного рогатого скота [7, 9].

В настоящее время широко используется стратегия селекционной работы с микроорганизмами, которая заключается в поиске природных форм, обладающих антимикробными и противовирусными свойствами [5, 6, 8].

В схемы лечения и профилактики инфекционных болезней животных все чаще включают бактериофаги и культуры бактерий, подавляющие патогенную микрофлору за счет выработки антибиотикоподобных веществ [1, 4].

Способность спорообразующих бактерий оказывать пробиотическое действие привела к разработкам на их основе биопрепаратов, отнесенных к поколению так называемых самоэлиминирующихся антагонистов. Создано более полусотни биологических препаратов, которые полностью или частично составлены на основе спороформирующих бактерий. Штаммы бацилл для ветеринарного применения чаще всего включают *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. coagulans*, *B. clausii*, *B. polyfermentans* и *B. cereus* [1, 2, 5].

В связи с высоким уровнем антибиотикорезистентности и широким распространением факторных болезней молодняка сельскохозяйственных животных инфекционной этиологии, разработка биологических препаратов на основе форм микроорганизмов, обладающих выраженными антибактериальным и противовирусным свойствами, является актуальным научным направлением и требует изыскания штаммов бактерий с заданными свойствами.

Цель работы – определение пробиотических свойств, антимикробной, противовирусной и ферментативной активности выделенных изолятов бактерий рода *Bacillus*, а также возможности их применения для конструирования ветеринарных препаратов, предназначенных для лечения и профилактики инфекционных болезней молодняка крупного рогатого скота.

**Материалы и методы исследований.** Экспериментальная работа проводилась в отделе вирусных инфекций РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», виварии института, научной лаборатории кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

В качестве объекта исследования были использованы образцы донных отложений из 11 пресноводных водоемов, находящихся в Гомельской, Минской, Брестской и Витебской областях Республики Беларусь.

Предметом исследований являлся видовой состав изолятов бактерий рода *Bacillus*.

При проведении отбора образцов донных отложений пресноводных водоемов и выделения из них штаммов микроорганизмов рода *Bacillus* в качестве селективной среды использовалась среда Spizizen's minimal salts (SMS) [10]. Выделение и идентификацию бактериальных изолятов проводили согласно схеме выделения Желдаковой Р.А. [2]. Идентификацию выделенных изолятов проводили на автоматическом микробиологическом анализаторе «VITEK 2 compact».

При определении безвредности выделенных микроорганизмов готовили 24-часовые бульонные культуры 12-ти изолятов бактерий рода *Bacillus*.

Выращенные культуры вводили перорально белым мышам (по десять голов на каждый образец) по  $1,0 \text{ см}^3$  (однократно). Наблюдение за животными продолжали в течение 10 суток. Образец считался безвредным, если в течение всего срока наблюдения отсутствовала гибель подопытных животных. При гибели хотя бы одного животного проверку проводили на удвоенном количестве мышей. Если при повторном контроле ни одно из животных не погибло, испытуемый образец считали безвредным.

Опыт по определению возможной острой токсичности выделенных штаммов и определения оптимальных доз для применения проведен в два этапа: предварительный и основной. Испытуемые образцы 24-часовой бульонной культуры каждого бактериального штамма, безвредного для лабораторных животных вводили белым мышам с помощью иглы-зонда с наплавленной оливой, из расчета не более  $1,0 \text{ см}^3$  на однократное введение.

На предварительном этапе исследования животным вводили нативный образец 24-часовой культуры отобранного изолята бактерий и по два десятикратных разведения. На каждую дозу было взято по 3 мыши.

На основном этапе исследования использовались нативные образцы каждого штамма и по 5 их двукратных разведений от 1:2 до 1:32. На каждую дозу брали по 6 мышей. За лабораторными животными устанавливали наблюдение в течение 14 дней.

Также при изучении биологических свойств изолятов бактерий нетоксичных штаммов рода *Bacillus*, нами были изучены их пробиотические свойства, наличие у них сахаролитических и целлюлолитических ферментов, а также определение их антимикробных и противовирусных свойств.

Для определения активности амилазы готовили субстратную смесь следующего состава: 0,5 мл 2% раствора крахмала и 0,5 мл 0,2 М фосфатного буфера (pH 7,0).

Для определения активности целлюлазы готовили субстратную смесь: 0,5 мл 2% раствора КМЦ и 0,5 мл 0,2 М фосфатного буфера (pH 7,0).

Концентрацию образовавшихся восстанавливающих сахаров определяли по калибровочному графику, построенному с использованием 0,1% раствора глюкозы (100–800 мкг/мл).

При определении антибактериальной активности использовали следующие тест-культуры: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Salmonella dublin*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*. В качестве питательной среды применили сердечно-мозговой агар с концентрацией агара 1,2 и 2% (pH 6,8-7,0).

Пробойником из инокулированных тест-культурами бактерий агаровых пластинок вырезали диски диаметром 10 мм, получая на каждой чашке Петри по 2 симметрично расположенных отверстия, в которые вносили по 0,2 мл 24-часовой бульонной культуры каждого бактериального штамма. После внесения жидкости в лунки чашки Петри осторожно помещали в холодильник при  $+10^\circ\text{C}$  для диффузии и спустя 2-3 ч переносили в термостат с температурой  $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Через 24 ч измеряли диаметр образовавшихся вокруг лунок зон ингибирования роста тест-культур.

За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое значение величины диаметра зоны ингибирования роста тест-объекта, рассчитанное по данным, полученным на пяти чашках Петри для каждого тест-объекта отдельно.

При определении противовирусной активности в качестве тест-вируса использовали вирус диареи крупного рогатого скота – штамм «КМИЭВ-V120» из коллекции микроорганизмов РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского».

Для приготовления монослоя клеток в плоскодонных 96-луночных планшетах использовали суспензию культур клеток линии MDBK в концентрации 300 тыс. клеток/мл. В

лунки планшетов вносили по 100 мкл поддерживающей питательной среды, а затем в те же лунки - суспензию клеток линии MDBK (по 100 мкл в каждую). Планшеты с культурой клеток инкубировали в течение 48-72 ч в термостате при температуре плюс  $(37\pm 0,5)^\circ\text{C}$  в атмосфере с объемной долей углекислого газа  $(4,0\pm 0,5)\%$  и относительной влажностью  $(75\pm 5)\%$  до формирования в лунках планшет сплошного монослоя, включающего только типичные клетки.

Для проведения исследований готовили по восемь 2-кратных разведений культуральной жидкости (КЖ) каждого из отобранных штаммов *B. licheniformis* 2-1(2)-3, *B. megaterium* 3-1(1)-2 2-1, *B. subtilis* № 3-1(1)-2 1(2).

Отбирали по 250 мкл каждого разведения КЖ штаммов в 24-луночные круглодонные планшеты, в которые вносили по 250 мкл вируса (рабочая доза – 100 ТЦД<sub>50</sub>/0,1 мл), тщательно перемешивали и помещали на 1 час в термостат при температуре плюс  $(37\pm 0,5)^\circ\text{C}$  для контакта вируса с КЖ.

Из 96-луночных планшет с хорошо развитым монослоем встряхиванием удаляли питательную среду и вносили в них приготовленные разведения КЖ с вирусом в объеме по 200 мкл на каждую лунку и затем по 100 мкл поддерживающей питательной среды. Для каждого разведения использовали по 2 лунки.

Планшеты инкубировали в течение 96 ч в термостате при температуре плюс  $(37\pm 0,5)^\circ\text{C}$  в атмосфере с объемной долей углекислого газа  $(4,0\pm 0,5)\%$ .

Для контроля клеточного монослоя в лунки вносили по 200 мкл поддерживающей питательной среды. В лунки, предназначенные для контроля рабочей дозы вируса, вносили по 100 мкл поддерживающей питательной среды.

Для контроля рабочей дозы вируса вносили разведения вируса с активностью 100 ТЦД<sub>50</sub>, 10 ТЦД<sub>50</sub>, 1 ТЦД<sub>50</sub> и 0,1 ТЦД<sub>50</sub> в объеме 100 мкл, используя по 4 лунки на каждое разведение.

Через 72 ч после начала инкубации проводили учет результатов под микроскопом при увеличении в 100 раз. За титр исследуемого образца КЖ принимали величину, обратную ее разведению, при котором 50% клеток в культуре оказались защищены от цитопатического действия (ЦПД) вируса.

При изучении пробиотических свойств штаммов рода *Bacillus* были определены их сахаролитическая и целлюлолитическая ферментативная активность, а также наличие их антимикробных и противовирусных свойств.

**Результаты исследований.** При проведении отбора и анализа состава образцов донных отложений пресноводных водоемов различных областей Республики Беларусь и выделении из них штаммов микроорганизмов рода *Bacillus* отобрано 11 образцов тонко- и грубодетритных донных отложений водоемов Гомельской, Брестской, Витебской и Минской областей Республики Беларусь, из которых выделено 15 природных изолятов бактерий.

Из 15 выделенных изолятов идентифицировано: 12 штаммов рода *Bacillus*, при этом степень идентификации составила от 85 до 99% (*B. subtilis* – 4 изолята, *B. licheniformis* – 3, *B. cereus* – 2, *Bacillus megaterium* – 2, *Lysinibacillus sphaericus* – 1). В связи с неудовлетворительным ростом изолята *Lysinibacillus sphaericus* на селективной среде SMS в дальнейших экспериментах участвовали 11 из 12 выделенных штаммов.

Результаты определения безвредности бульонных культур выделенных изолятов бактерий рода *Bacillus* представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Показатели безвредности изолятов бактерий рода *Bacillus* на белых мышах**

№ п/п	Штамм	Количество выживших животных	Количество погибших животных
1	<i>B. subtilis</i> № 2-1(2)1	6	4
2	<i>B. subtilis</i> № 2-1(2)2	5	5
3	<i>B. licheniformis</i> № 2-1(2)-2	10	0
4	<i>B. cereus</i> № 2-1(2)-4	3	7
5	<i>B. cereus</i> № 3-1(1)-1-1	0	10
6	<i>B. megaterium</i> № 3-1(1)-2 2-1	10	0
7	<i>B. subtilis</i> № 3-1(1)-2 2-2	8	2
8	<i>B. subtilis</i> № 3-1(1)-2 1(2)	10	0
9	<i>B. licheniformis</i> № 1-1-2(2)	6	4
10	<i>B. megaterium</i> (изолят 2)	2	8
11	<i>B. licheniformis</i> (изолят 5)	9	1

Исходя из полученных результатов исследований по определению безвредности выделенных изолятов штаммов бактерий, представленных в таблице 1, штаммы *B. subtilis* № 2-1(2)1, *B. subtilis* № 2-1(2)2, *B. cereus* № 2-1(2)-4, *B. cereus* № 3-1(1)-1-1, *B. subtilis* 3-1(1)-2 2-2, *B. licheniformis* 1-1-2(2), *B. megaterium* 2, *B. megaterium* 5, при введении которых наблюдалась гибель лабораторных животных, были удалены из дальнейшей работы.

Штаммы *B. licheniformis* 2-1(2)-2, *B. megaterium* 3-1(1)-2 2-1, *B. subtilis* № 3-1(1)-2 1(2) признаны безвредными для белых мышей.

При определении острой токсичности изолятов бактерий рода *Bacillus*.

**Таблица 2 – Показатели острой токсичности изолятов бактерий рода *Bacillus***

Штаммы	Клиническое состояние животных при введении образцов бульонных культур в следующих разведениях		
	нативный	в разведении 1:10	в разведении 1:100
<i>B. licheniformis</i> 2-1(2)-2	интоксикация, отказ от корма, гиподинамия, восстановление в течение 3 часов	угнетение, гиподинамия, восстановление активности в течение 40 минут	гиподинамия, восстановление двигательной активности в течение 15 минут
<i>B. megaterium</i> 3-1(1)-2 2-1			
<i>B. subtilis</i> № 3-1(1)-2 1(2)			

В течение срока наблюдения (10 дней) у белых мышей не выявлено каких-либо побочных явлений или осложнений, случаев гибели не наблюдали.

Результаты предварительного этапа послужили основанием для выбора доз при проведении основного этапа исследования.

В таблице 3 представлены результаты временных интервалов угнетения и гиподинамии белых мышей при введении образцов бульонных культур изолятов бактерий рода *Bacillus* в разведениях от 1:2 до 1:32.

**Таблица 3 – Определение оптимальных доз выделенных штаммов рода *Bacillus***

Штаммы	Разведения культуры					
	нативный	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32
<i>B. licheniformis</i> 2-1(2)-2	3 часа	90-120 минут	60 минут	40 минут	30-35 минут	20-25 минут
<i>B. megaterium</i> 3-1(1)-2 2-1						
<i>B. subtilis</i> № 3-1(1)-2 1(2)						

Энтеральное введение белым мышам бульонных культур штаммов *B. licheniformis* 2-1(2)-2, *B. megaterium* 3-1(1)-2 2-1, *B. subtilis* № 3-1(1)-2 1(2) в нативном виде и во всех испытуемых разведениях не сопровождалось гибелью мышей. При увеличении вводимых доз культур бактерий рода *Bacillus* у белых мышей отмечали признаки угнетения и гиподинамии. Степень проявления симптомов угнетения и их продолжительность коррелировали с величиной испытуемой дозы.

Результаты определения амило- и целлюлолитической ферментативной активности выделенных изолятов бактерий рода *Bacillus* представлены в таблице 4.

**Таблица 4 - Амило- и целлюлолитическая ферментативная активность выделенных изолятов бактерий рода *Bacillus***

№ п/п	Штамм	Амилолитическая активность, ед.	Целлюлолитическая активность, ед.
1	<i>B. licheniformis</i> 2-1(2)-2	3,11	1,95
2	<i>B. megaterium</i> 3-1(1)-2 2-1	5,41	5,39
3	<i>B. subtilis</i> № 3-1(1)-2 1(2)	5,02	2,9

Исходя из данных исследований, представленных в таблице 4, отобранные изоляты *B. licheniformis* 2-1(2)-2, *B. megaterium* 3-1(1)-2 2-1, *B. subtilis* № 3-1(1)-2 1(2) характеризовались амилолитической активностью в диапазоне значений от 3,11 до 5,41 ед., и целлюлолитической активностью в значениях от 1,95 до 5,39 ед.

Результаты определения антибактериальной активности отобранных изолятов *B. licheniformis* 2-1(2)-2, *B. megaterium* 3-1(1)-2 2-1, *B. subtilis* № 3-1(1)-2 1(2), представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Антибактериальная активность выделенных изолятов бактерий рода *Bacillus***

№ п/п	Тест-культура	Зоны задержки роста, мм		
		<i>B. licheniformis</i> 2-1(2)-2	<i>B. megaterium</i> 3-1(1)-2 2-1	<i>B. subtilis</i> № 3-1(1)-2 1(2)
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	20	15	18
2	<i>Streptococcus agalactiae</i>	17	-	31
3	<i>Salmonella dublin</i>	25	23	21
4	<i>Escherichia coli</i>	-	27	24
5	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	28	27

Наибольшей антибактериальной активностью обладал изолят *B. subtilis* 3-1(1)-2 1(2), подавляя рост тест-штаммов: *Staphylococcus aureus* – зона задержки роста 18 мм, *Escherichia coli* – зона задержки роста 24 мм, *Salmonella dublin* – зона задержки роста 21 мм, *Klebsiella pneumoniae* – зона задержки роста 27 мм, *Streptococcus agalactiae* – зона задержки роста 31 мм.

Учет результатов определения противовирусной активности проводился при условии отсутствия признаков дегенерации в контрольной культуре (без добавления образцов КЖ и вируса) и наличия ЦПД в контроле активности вируса.

Результаты изучения противовирусной активности КЖ штаммов рода *Bacillus* в отношении вируса диареи крупного рогатого скота представлены в таблице 6.

**Таблица 6 - Результаты изучения противовирусной активности культуральной жидкости штаммов рода *Bacillus* в отношении вируса диареи крупного рогатого скота**

Штамм	Разведение культуральной жидкости	Опыт	Контроль цитотоксичности препарата
<i>B. licheniformis</i> 2-1(2)-3	1:2	++	--
	1:4	++	--
	1:8	++	--
	1:16	++	--
	1:32	++	--
	1:64	++	--
	1:128	++	--
<i>B. megaterium</i> 3-1(1)-2 2-1	1:2	++	--
	1:4	++	--
	1:8	++	--
	1:16	++	--
	1:32	++	--
	1:64	++	--
	1:128	++	--
<i>B. subtilis</i> 3-1(1)-2 1(2)	1:2	++	--
	1:4	++	--
	1:8	++	--
	1:16	++	--
	1:32	++	--
	1:64	++	--
	1:128	++	--
Контроль вируса	100 ТЦД <sub>50</sub>	++++	
	10 ТЦД <sub>50</sub>	++++	
	1 ТЦД <sub>50</sub>	++	
	0,1 ТЦД <sub>50</sub>	----	
Контроль клеток	-	--	

Примечания: ++ – наличие ЦПД вируса в культуре клеток; -- – отсутствие ЦПД вируса, монослой клеток сохранен.

В результате представленных в таблице 8 результатов исследований, установлено, что отобранные изоляты *B. licheniformis* 2-1(2)-2, *B. megaterium* 3-1(1)-2 2-1, *B. subtilis* № 3-1(1)-2 1(2) нетоксичны для культуры клеток и не обладают противовирусной активностью в отношении тест-штамма вируса диареи крупного рогатого скота.

**Заключение.** Для дальнейшего применения при конструировании пробиотических препаратов, предназначенных для лечения болезней желудочно-кишечного тракта молодняка сельскохозяйственных животных, из 12 изолятов бактерий рода *Bacillus* отобраны три культуры бактерий: *B. licheniformis* 2-1(2)-2, *B. megaterium* 3-1(1)-2 2-1 и *B. subtilis* № 3-1(1)-2 1(2), которые обладают амило- и целлюлолитической активностью, а также широким спектром антибактериального действия.

**Литература.** 1. Влияние препарата на основе фитолектинов и пробиотиков «Метафитохит» на обменные процессы телят при энтеритах / П. А. Красочко [и др.] // Актуальные проблемы и инновации в современной ветеринарной фармакологии и токсикологии : материалы V Международного съезда ветеринарных фармакологов и токсикологов, Витебск, 26–30 мая 2015 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины ; редкол. А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск, 2015. – С. 105–109. 2. Желдакова, Р. А. Выделение и идентификация микроорганизмов / Р. А. Желдакова. – Минск : БГУ, 2003. – 27 с. 3. Каменская, Т. Н. Микробная обсемененность помещений на комплексе по откорму крупного рогатого скота и их аэрозольная санация в присутствии телят / Т. Н. Каменская, С. А. Лукьянчик, Л. Л. Кривенюк // Экология и животный мир. – 2017. – № 2. – С. 35–39. 4. Лечебная и профилактическая эффективность про- и пребиотических препаратов при инфекционных энтеритах телят / П. А. Красочко [и др.] // Актуальные проблемы биотехнологии в аграрно-промышленном комплексе : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 26–27 ноября 2015 г. / Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского ; редкол. П. А. Красочко [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – С. 114–117. 5. Олива, Т. В. Производство экологически безопасной продукции животноводства путем направленного формирования бактериоценоза кишечника молодняка животных / Т. В. Олива // Мировой опыт и перспективы развития сельского хозяйства : материалы Международной конференции, посвященной 95-летию Воронежскому государственному аграрному университету, Воронеж, 23–24 октября 2007 г. / Воронежский государственный аграрный университет. – Воронеж, 2008. – С. 115–117. 6. Определение интерферониндуцирующей активности комплексного противовирусного препарата / П. А. Красочко [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 2. – С. 35–38. 7. Оценка эпизоотической ситуации по инфекционным энтеритам телят в хозяйствах Витебской области / П. А. Красочко [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018. – № 2. – С. 35–39. 8. Получение комплексного иммуностимулирующего противовирусного препарата на основе двуспиральной РНК и липополисахаридов бактерий / П. А. Красочко [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018. – № 1. – С. 6–9. 9. Яромчик, Я. П. Анализ отчетности ветеринарных диагностических учреждений Республики Беларусь по инфекционным энтеритам телят / Я. П. Яромчик // Молодые ученые - науке и практике АПК : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых (г. Витебск, 5–6 июня 2018 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – С. 47–49. 10. Anagnostopoulos, C. Requirements for transformation in *Bacillus subtilis* / C. Anagnostopoulos, J. Spizizen // J. Bacteriol. – 1961. – Vol. 81. – P. 741–746.

Поступила в редакцию 09.04.2020 г.

УДК 619:577.27

#### ЛИПОСОМАЛЬНАЯ ФОРМА β-КАРОТИНА

\*Бушмакина И.М., \*Мартынова М.А., \*Князева Е.В., \*\*Красочко П.А.

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь

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

Определен оптимальный состав липосоμοобразующей композиции, включающей основные и минорные стабилизирующие бислой компоненты, для инкорпорирования β-каротина (провитамина А) в липосомы методом вортэкспирования. Установлено, что эффективность инкорпорирования β-каротина в липосомы достигает 100% от исходно внесенного при использовании соевого фосфатидилхолина и холестерина в молярном соотношении 10:1, витамина С - в концентрации 1,375 мг/мл суспензии, провитамина А - 11 мг/мл суспензии и антиоксиданта витамина Е в концентрации 0,16 мг/мг суммарных липидов. **Ключевые слова:** β-каротин, мультиламеллярные липосомы, пероксидное окисление липидов, электронная микроскопия.

## LIPOSOMAL $\beta$ -CAROTENE

\***Bushmakina I.M.**, \***Martynova M.A.**, \***Kniazieva E.V.**, \*\***Krasochko P.A.**

\*The Institute of Biophysics and Cell Engineering, National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus

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

*The optimal structure of the liposome-forming composition, including the major and minor stabilizing bilayer components to incorporate  $\beta$ -carotene (provitamin A) into liposomes by the vortex method, was determined. It has been established that the efficiency of  $\beta$ -carotene incorporation into liposomes reaches 100% of the initial amount introduced when using soy phosphatidylcholine and cholesterol in a molar ratio of 10:1, vitamin C at a concentration of 1,375 mg/ml suspension, provitamin A - 11 mg/ml suspension and antioxidant of vitamin E at a concentration of 0,16 mg/mg total lipids. **Keywords:**  $\beta$ -carotene, multilayer liposomes, lipid peroxidation, electron microscopy.*

**Введение.** Витамины, являющиеся веществами высокой биологической активности, участвуют во всех жизненно важных процессах, протекающих в организме. Высокая биокаталитическая активность объясняется тем, что они входят в состав коферментов, молекул небелковой природы, при наличии которых образуется целостная, биологически активная молекула фермента. В кормлении животных к наиболее важным относятся следующие витамины: А (ретинол), Е (токоферол или альфа-токоферол), D (холекальциферол) [1].

Биологическая ценность бета-каротина определяется не только тем, что он является природным источником витамина А, но также и тем, что он принимает активнейшее участие в биохимических процессах, протекающих в организме живых существ. Он обладает антиоксидантными, антиканцерогенными, антимуtagenными, детоксикационными и иммуностимулирующими свойствами. Потребность сельскохозяйственных животных в бета-каротине достаточно высока.

Недостаток каротина в рационе сказывается на продуктивности и состоянии воспроизводительной функции животных, так как ретинол принимает участие в синтезе стероидных гормонов. Кроме того, дефицит в кормах витамина А приводит к нарушению процессов активного всасывания из кишечника разных компонентов корма. Значительно ослабляется барьерная функция слизистых оболочек дыхательных путей, органов пищеварительной, мочевой, половой систем, что облегчает их инфицирование. При гиповитаминозе А снижается неспецифическая резистентность организма к микроорганизмам и вирусам, так как витамин А необходим для фагоцитов, неспецифических факторов защиты (интерферона, лизоцима и др.). Витамин А влияет на развитие нервной, хрящевой и костной ткани.

Исследования, проведенные в последние годы, свидетельствуют о глубоком и постоянном дефиците витамина А в кормах и его низкой биологической доступности во все сезоны. Данная проблема наносит большой экономический ущерб хозяйствам. В грубых кормах в силу окисления витамин А быстро разрушается; его содержание в кормовых культурах сокращается по мере их созревания, в процессе уборки, сушки и силосования возникают дополнительные потери, в процессе складирования в зимний период его доля окончательно сокращается до минимума. За период заготовки и хранения кормов потери каротина могут составить от 40 до 100%. А без высококачественных кормов невозможно обеспечить полноценное сбалансированное кормление животных, особенно высокопродуктивных. Таким образом, очевидно, что не представляется возможным удовлетворить потребность животных в жирорастворимых витаминах только за счет кормов. Одним из перспективных направлений в настоящее время является разработка высокоэффективных, экологически безопасных кормовых добавок с использованием наноразмерных переносчиков, способствующих более полному усвоению биологически активных соединений, а значит и повышению резистентности и продуктивности сельскохозяйственных животных, птиц и рыб. Среди таких наночастиц особое внимание привлекают липосомы.

Липосомы как переносчики лекарственных средств не являются инертными в физиологическом отношении частицами. Благодаря фосфолипидным компонентам, они не только оптимизируют характер распределения лекарственных препаратов в организме, но сами по себе обладают иммуностимулирующими, антиоксидантными, радиопротективными свойствами, другими словами, любая липосомальная форма лекарственного средства является комплексным препаратом, сочетающим действие активного вещества и липосомальной мембраны.

В настоящее время выделяют два направления практического использования липосом. Первое – липосомы, как модели биологических мембран, при исследовании механизмов функционирования мембраносвязанных ферментных комплексов и транспортных систем клетки. Второе, медицинское направление – использование липосом для направленной доставки лекарств к пораженным органам и тканям [2]. По мнению многих исследователей, липосомы представляют собой почти идеальное средство для лекарственного транспорта: они полностью би-

одеградируемы и их составляющие могут быть утилизированы в качестве компонентов клеточных мембран, не вызывают токсических и пирогенных реакций; уменьшают острую токсичность встроенных соединений и, в то же время, защищают их от инактивирующего влияния ингибиторов и ферментов крови [2, 3]. Более того, липосомы дают уникальную возможность доставки лекарственных соединений внутрь клеток, с которыми они взаимодействуют по механизмам слияния и эндоцитоза. Таким образом, липосомы находят все большее применение в практике.

Цель работы – разработка способа получения липосомальной формы  $\beta$ -каротина как важного компонента в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных, позволяющего повышать их иммунный статус, эффективность усвоения кормов и в целом увеличивать суточные привесы.

**Материалы и методы исследований.** Основными объектами исследования являлись мультиламеллярные липосомы (МЛЛ), содержащие инкорпорированный  $\beta$ -каротин. В качестве основных компонентов липосомообразующей смеси использовали фосфатидилхолин и холестерин, минорных - антиоксиданты: витамин С и витамин Е.

МЛЛ получены методом вортэкспирования [2, 4]. Этот метод имеет важные достоинства с технологической точки зрения. Он обеспечивает высокую эффективность встраивания лекарственных средств или биологически активных соединений гидрофобной природы и достаточно прост в исполнении. Для получения липосом раствор липосомообразующих компонентов, включая действующий препарат, в хлороформе упаривали на вакуумном роторном испарителе до образования сухой липидной пленки при температуре  $+(35\pm 2)^\circ\text{C}$ . Затем в колбу вносили буферный раствор и заполняли ее азотом. Липосомы получали путем интенсивного механического диспергирования на высокоскоростном миксере в течение 15 минут. Диспергирование вели при температуре  $+60^\circ\text{C}$ , что выше температуры фазовых переходов липидов, формирующих липосомальную мембрану, а затем полученную суспензию инкубировали при  $+40^\circ\text{C}$  в течение часа для стабилизации липосом.

$\beta$ -каротин использовали либо коммерческий (ЗАК «Белмедпрепараты», Беларусь), либо выделенный самостоятельно из корнеплодов моркови. Для этого измельченную морковь перетирала в охлажденной ( $+4^\circ\text{C}$ ) фарфоровой ступке с  $\text{CaCO}_3$ , приливали 100% холодного ацетона и растирали до гомогената. Гомогенат центрифугировали в течение 10 мин. при 13000 г и температуре  $+4^\circ\text{C}$ . Основным пигментом, содержащимся в корнеплоде моркови, является  $\beta$ -каротин (85–90%). Спектр экстракта пигментов моркови регистрировали на спектрофлуориметре «Uvikon-931».

Оценку размера липосом проводили с помощью электронного микроскопа JEM-100CX (Япония) в Центре коллективного пользования ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси».

Концентрацию продуктов перексидного окисления липидов (ПОЛ) определяли по количеству образовавшегося малонового диальдегида (МДА) с помощью стандартного ТБК-теста. К 0,5 мл пробы, содержащей 10 мг/мл суспензии суммарных липидов, добавляли 3 мл 2% раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (рН=1,3) и 1 мл 0,8% ТБК, встряхивали, инкубировали в течение 45 минут на кипящей водяной бане. Затем смесь быстро охлаждали до комнатной температуры и экстрагировали окрашенный продукт 5 мл н-бутанола. Измерения проводили на спектрофотометре SPEKOL 11 (Германия). Расчет концентрации ТБК-продуктов проводили по формуле:

$$C_{\text{МДА}} = \Delta D / (k_{\text{МДА}} \cdot l),$$

где  $C_{\text{МДА}}$  – концентрация продуктов в пересчете на МДА (моль/л);

$\Delta D = D_{532} - D_{580}$ ; где  $D_{532}, D_{580}$  – оптическая плотность раствора при длинах волн 532, 580 нм;

$l$  – длина оптического пути, см;

$k_{\text{МДА}}$  – коэффициент экстинкции МДА в н-бутаноле,  $k_{\text{МДА}} = 1,88 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

Степень включения  $\beta$ -каротина в липосомы определяли с помощью разделения путем гель-фильтрации инкорпорированной в липидные везикулы и свободной биологически активной субстанции. Измеряли оптическую плотность полученных субстанций (липосомальной и свободной) на спектрофотометре SPEKOL 11 (Германия) при длине волны 451 нм в кювете с длиной оптического пути 10 мм, используя в качестве раствора сравнения забуференный физиологический раствор. Содержание  $\beta$ -каротина определяли по калибровочной кривой.

С целью получения статистически достоверных значений измеряемых величин опыты проводили не менее 5 раз. Для статистической обработки экспериментальных данных использовали «Microsoft Excel 2010».

**Результаты исследований.** Целью первого этапа нашего исследования было получение МЛЛ с инкорпорированным  $\beta$ -каротином одним из наиболее простых способов, позволяющим эффективно встраивать действующий агент и не требующим уникального оборудования, который в перспективе мог бы найти применение в производственных условиях. Та-

ким требованиям отвечает метод вортэкспирования, или интенсивного механического встряхивания.

Следует отметить, что в настоящее время на рынке предлагаются некоторые липосомальные формы препаратов для ветеринарии и животноводства, в частности, например, такой препарат, как «ЛипоКар» (Санкт-Петербург, Россия), содержащий в качестве действующего вещества  $\beta$ -каротин (20 г/кг), а также растительные фосфолипиды (60 г/кг) и антиоксиданты: аскорбиновую кислоту (2,5 г/кг) и альфа-токоферола ацетат (5 г/кг) и, кроме того, наполнитель – сахарную пудру – до 1 кг.

Для начала было проведено исследование с целью выбора оптимального буферного раствора для образования МЛЛ с инкорпорированным  $\beta$ -каротином. Показано, что при добавлении к липидной пленке раствора 0,9% NaCl стабильные липосомы не формируются, что может быть связано как с pH, так и зарядом буферного раствора. Изучено влияние 5% и 10% сахарозы на формирование липосом, также оказавшееся безуспешным. Тогда как использование 0,1 М Na-фосфатного буфера, содержащего 1 мМ ЭДТА, pH 7,4 себя оправдало: липосомы с легкостью образовывались при +60°C, после чего суспензия была стабилизирована при +40°C. Этот буферный раствор был использован и в дальнейших исследованиях.

Нами было изучено влияние источника происхождения (который определяет жирнокислотный состав) и степень очистки основного липосомообразующего компонента – фосфолипида на получение липосомальной формы провитамина А. В серии экспериментов были использованы в качестве основного мембранообразующего компонента:

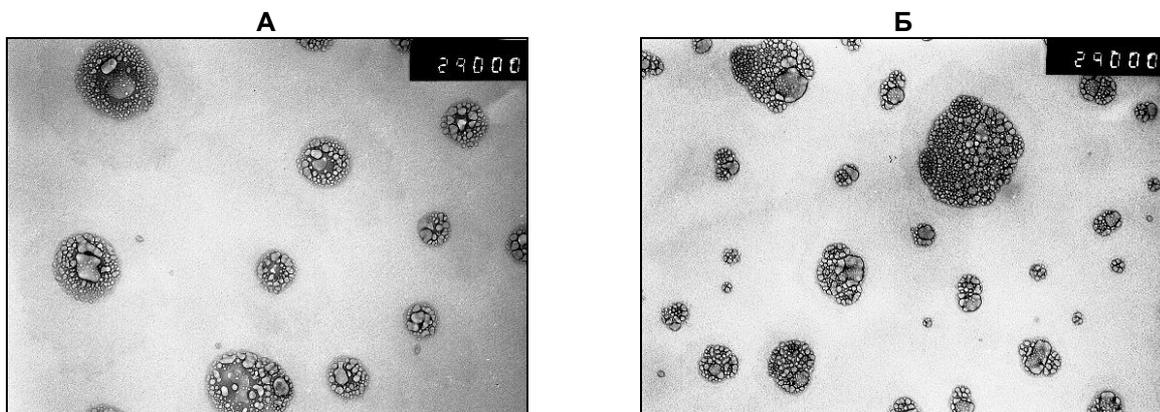
а) яичный лецитин («Биолек», Харьков), содержание фосфатидилхолина – 90–95%;

в) соевый лецитин – коммерческий препарат «Натин 140» («Stern», Германия). Он представляет собой смесь фосфолипидов сои, обогащенную фракцией фосфатидилхолина (47%), присутствуют также фосфатидилэтаноламин – 11%, фосфатидилинозитол – 2%, фосфатидная кислота – 2%, другие фосфолипиды составляют 1%, помимо этих соединений в состав входят гликолипиды – 6%, углеводы – 3%, нейтральные липиды – 27% и вода – 1%.

Во всех экспериментах липосомообразующая смесь содержала фосфатидилхолин (или суммарные фосфолипиды) и  $\beta$ -каротин в молярном соотношении 3:1, в качестве минорных соединений – витамин Е и витамин С в концентрации 25% и 12,5%, соответственно, от содержания провитамина А.

Показано, что во всех образцах образуются МЛЛ (рисунок 1). Обращает на себя внимание тот факт, что наряду с мультисамеллярными липосомами встречаются и олиговезикулярные липосомы. Что касается распределения липосом по размерам, то наиболее мелкие везикулы образуются при использовании фосфолипидов из сои, а применение лецитина более высокой очистки приводит к увеличению размеров липосом (таблица 1).

Была определена интенсивность накопления продуктов перекисидного окисления липидов в таких МЛЛ. Установлено, что наименьшая концентрация МДА ( $1,78 \pm 0,02$  мкМ) наблюдается в липосомах, содержащих соевый фосфатидилхолин, а наибольшая – в липосомах, содержащих в качестве фосфолипида яичный фосфатидилхолин (ЯФХ), равная  $2,60 \pm 0,04$  мкМ.



Увеличение: А, Б – 29 000

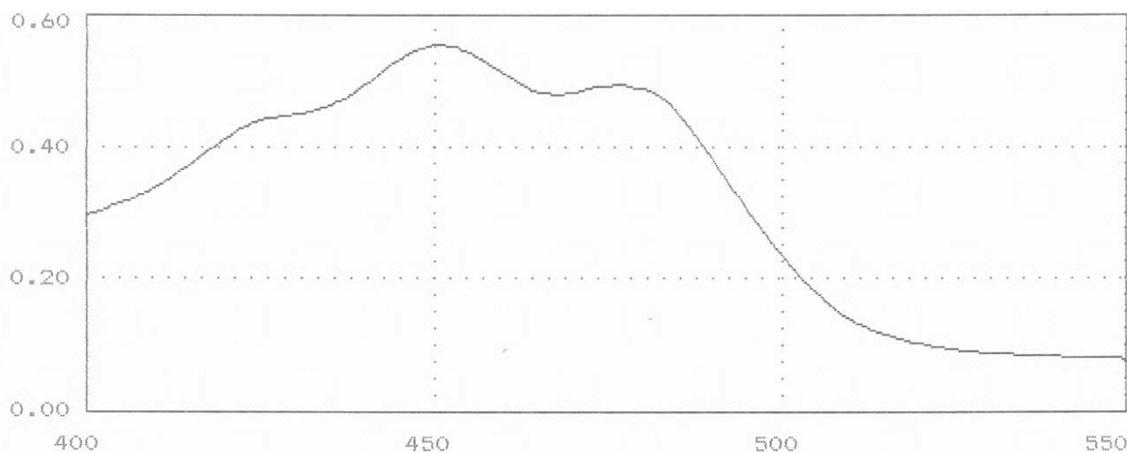
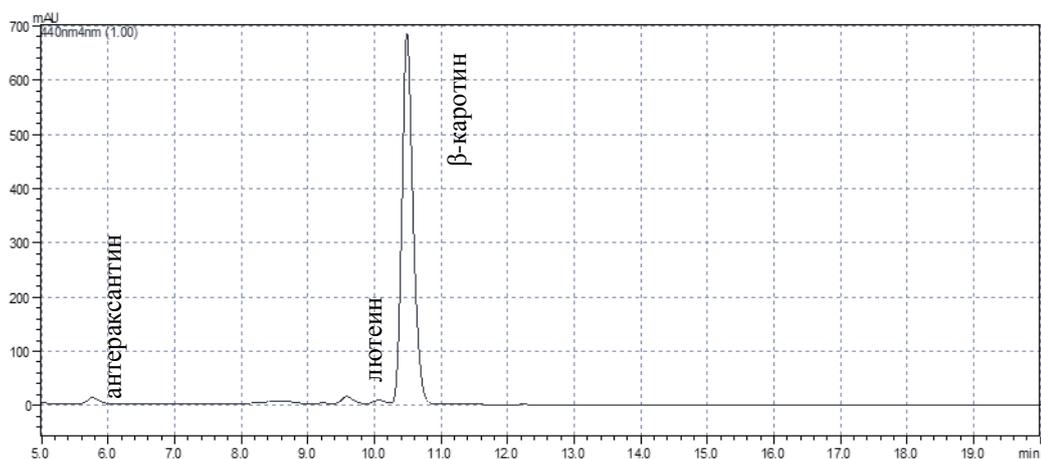
**Рисунок 1 – Электронные фотографии свежеприготовленных мультисамеллярных липосом с инкорпорированным  $\beta$ -каротином, различающихся природой липидов: А – соевый фосфатидилхолин; Б – яичный фосфатидилхолин**

**Таблица 1 – Распределение мультиламеллярных липосом с  $\beta$ -каротином по размеру (%) при использовании фосфолипидов различного природного происхождения**

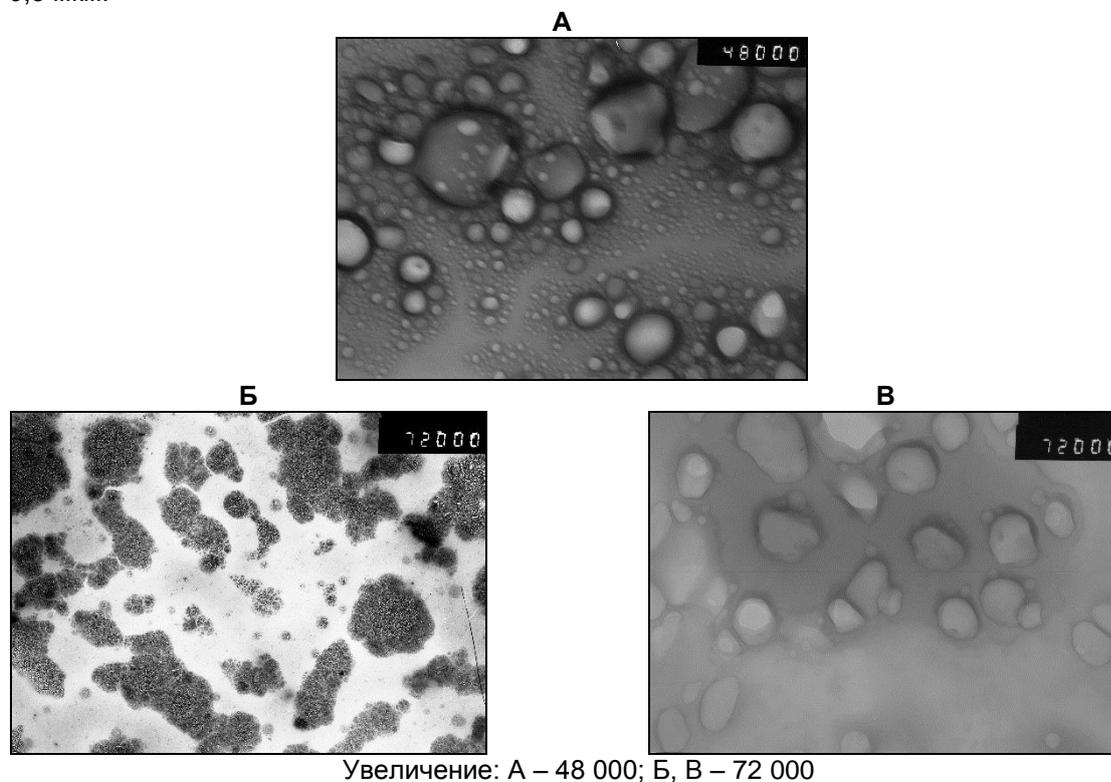
Источник фосфолипида	Диаметр липосом, мкм			
	<0,1	0,1–0,5	0,5–1,0	>1,0
Натин 140 (соевый лецитин), «Stern», Германия	17,4±0,6	78,3±3,2	4,3±1,0	0
Яичный лецитин-стандарт, «Биолек», Украина	10,7±0,3	82,1±3,0	5,4±0,3	1,8±0,1

В связи с вышеизложенным в дальнейших исследованиях был использован соевый лецитин, который привлек наше внимание своей невысокой стоимостью, что может существенно удешевить конечный липосомальный препарат.

Наряду с использованием коммерческого провитамина А было изучено получение липосомального  $\beta$ -каротина после выделения каротиноидов из корнеплодов моркови. Спектр экстракта пигментов моркови демонстрирует три пика: 425, 451 и 478 нм, что характерно для  $\beta$ -каротина (рисунок 2). Методом ВЭЖХ определено количественное содержание  $\beta$ -каротина в общей фракции каротиноидов. Установлено, что 95-97% от всех пигментов составляет  $\beta$ -каротин, оставшиеся 3% приходятся на долю минорных компонентов – антраксантина и лютеина (рисунок 3).

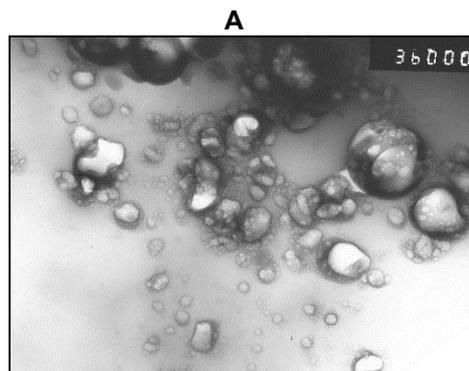
**Рисунок 2 – Спектр поглощения  $\beta$ -каротина (провитамина А), полученного из корнеплодов моркови, в ацетоне****Рисунок 3 – Хроматограмма пигментов, выделенных из корнеплодов моркови**

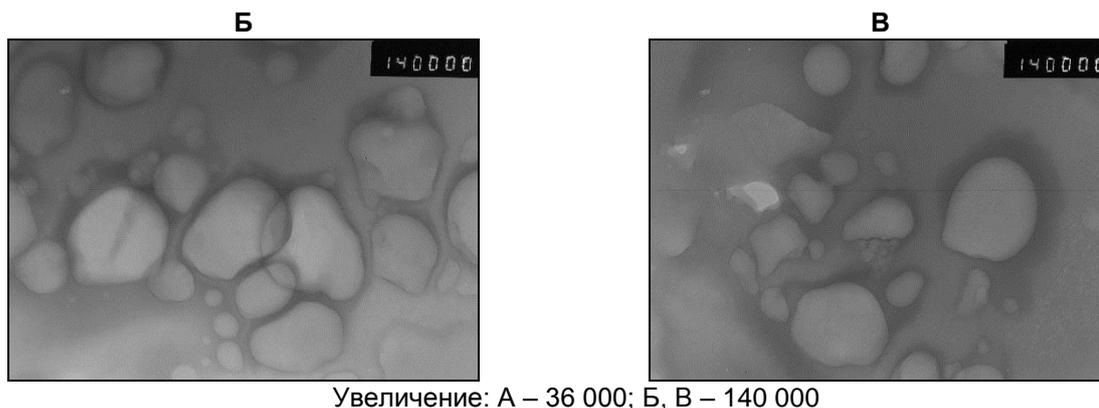
В следующей серии экспериментов было проведено изучение влияния природы витаминного активного вещества ( $\beta$ -каротина-провитамина А и ретинола ацетата – витамина А) на формирование липосомальной субстанции. Установлено, что использование коммерческого витамина (ЗАК «Белмедпрепараты») в масляном растворе (масло подсолнечное или масло соевое) приводит к образованию преимущественно мицеллярного раствора, тогда как включение в липидные везикулы провитамина А, внесенного в органическом растворителе, позволяет получать липосомальную суспензию  $\beta$ -каротина (рисунок 4), где около 94% МЛЛ имеют размеры до 0,5 мкм.



А – «пустые» липосомы; Б – липосомы, содержащие витамин А в масляном растворе;  
 В – липосомы, содержащие провитамин А, выделенный из моркови  
**Рисунок 4 – Электронные фотографии свежеприготовленных МЛЛ**

Известно, что одним из приемов повышения стабильности липосомальных лекарственных форм является введение в их состав холестерина и антиоксидантов. В наших экспериментах для предотвращения развития процессов ПОЛ в состав липосомообразующей смеси вводили витамин Е, антиокислительное действие которого обусловлено его способностью взаимодействовать с радикалами липидов на стадии обрыва цепей. Для формирования липосом использовали соевый фосфатидилхолин и холестерин в молярном соотношении 10:1,  $\beta$ -каротин в концентрации 11,0 мг/мл суспензии, витамин С в концентрации 1,375 мг/мл суспензии и  $\alpha$ -токоферол ацетат в концентрациях 0; 0,08 и 0,16 мг/мг липидов. Во всех случаях по данным электронной микроскопии формировались МЛЛ разнообразной формы (от округлой до диско-видной) и гетерогенные по размеру (рисунок 5). Обращает на себя внимание тот факт, что в липосомальной суспензии, не содержащей антиоксидант витамин Е, образуется много мицелл.





Увеличение: А – 36 000; Б, В – 140 000

А – без  $\alpha$ -токоферол ацетата; Б – липосомы, содержащие витамин Е в концентрации идентичной коммерческому препарату «ЛипоКар»; В – липосомы, содержащие витамин Е в концентрации 0,16 мг/мг липидов

**Рисунок 5 – Электронные фотографии свежеприготовленных мультиламеллярных липосом с инкорпорированным  $\beta$ -каротином, различающихся содержанием витамина Е**

Была изучена степень антиоксидантной защиты различных концентраций альфа-токоферол ацетата в субстанции липосомального  $\beta$ -каротина. При использовании  $\alpha$ -токоферол ацетата в концентрации 0,08 мг/мг суммарных липидов снижение количества ТБК-активных продуктов по сравнению с контролем отмечалось более чем в 2 раза, а при его концентрации 0,16 мг/мг суммарных липидов наблюдалось падение накопления МДА почти в 25 раз.

В результате проведенных экспериментов определен оптимальный состав липосомообразующей композиции для получения мультиламеллярной липосомальной формы  $\beta$ -каротина методом вортэкспирования: соевый фосфатидилхолин и холестерин в молярном соотношении 10:1, витамин С в концентрации 1,375 мг/мл суспензии, провитамин А – 11 мг/мл суспензии и антиоксидант витамин Е в концентрации 0,16 мг/мг суммарных липидов. Однако важным показателем качества любого липосомального препарата является включение активного вещества в липосомы. Установлено, что эффективность инкорпорирования  $\beta$ -каротина в липосомы при таком оптимальном составе липосомообразующей смеси достигает 100% от исходно внесенного в инкубационную смесь.

**Закключение.** Таким образом, установлен оптимальный состав липосомообразующей композиции, включающей основные и минорные стабилизирующие бислои компоненты, для инкорпорирования  $\beta$ -каротина (провитамина А) в липосомы методом вортэкспирования.

**Литература.** 1. Макарецов, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных : учебник для вузов / Н. Г. Макарецов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Калуга : Нофосфера, 2017. – 640 с. 2. Бушмакина, И. М. XXI век: как изменились наши представления о липосомальных лекарственных средствах / И. М. Бушмакина, М. А. Мартынова, Е. В. Князева // Химико-фармацевтический журнал. – 2015. – Т. 49, № 2. – С. 41–49. 3. Бангэм, А. Д. Развитие представлений о липосомах / А. Д. Бангэм // Липосомы в биологических системах : пер. с англ. / А. Д. Бангэм [и др.] ; под ред. Г. Грегориадиса, А. Аллисона. – Москва, 1983. – С. 13–35. 4. Бушмакина, И. М. Инкорпорирование жирнокислотного комплекса «биен» в мультиламеллярные липосомы / И. М. Бушмакина, Н. И. Дроздова, М. А. Мартынова // Биомедицинская химия. – 2009. – Т. 55, – № 2. – С. 177–184.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 619:616.34-002:615.246:636.2.053

**МЕТОДОЛОГИЯ ДЕАКТИВАЦИИ ЛЕКТИНОВОЙ АКТИВНОСТИ В КОРМАХ  
НА ОСНОВЕ ИХ УГЛЕВОДНОЙ СПЕЦИФИЧНОСТИ**

\*\*\*Добровольский С.А., \*\*Кубарев В.С., \*Коваленок Ю.К., \*Коваленок Н.П., \*Напреенко А.В.,  
\*\*\*Сепп А.Л.

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

\*\*ЧПУП «Будагово-биотехагро», аг. Будагово, Республика Беларусь

\*\*\*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины»,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

*Разные сорта люпина обладают избирательной специфичностью лектинов к основанным на глюкозе олигосахаридам и моносахарам. Установлено, что смеси грубых экстрактов белков люпина, содержащих лектины, проявляют выраженную поливалентность к таким углеводным конъюгатам, как D-глюкоза, D-мальтоза, D-ксилоза, D-манноза. Отмечено, что метасиликат натрия является одним из потенциальных соединений для деактивации лектиновой активности в кормах. Совокупность результатов позволяет выделить методическое направление механизмов нейтрализации лектинов в кормах. **Ключевые слова:** углеводы, лектин, люпин, агглютинация, корма, антипитательный фактор, метасиликат натрия.*

## STUDY OF CARBOHYDRATE SPECIFICITY OF LUPINE LECTINS TO CREATE AN EFFECTIVE METHOD OF THEIR NEUTRALIZATION

\*\*\*Dabravolski S.A., \*\*Kubarev V.S., \*Kavalionak Yu.K., \*Kavalionak N.P., \*Napreenka A.V.,  
\*\*\*Sepp A.L.

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

\*\*PUE «Budagovo-biotechagro», Budagovo, Republic of Belarus

\*\*\*Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russian Federation

*Different varieties of lupine possess the selective specificity of lectins to glucose-based oligosaccharides and mono sugars. It was shown, that mixtures of crude lectin-containing proteins extracts of lupine exhibit pronounced polyvalency to carbohydrate conjugates such as D-glucose, D-maltose, D-xylose, D-mannose. It was noted, that sodium metasilicate is one of the potential compounds for the deactivation of lectin activity in the feed. In total, our results allow highlighting the methodological direction of the mechanisms of lectins' neutralization in the feed. **Keywords:** carbohydrates, lectin, lupine, agglutination, feed, anti-nutritional factor, sodium metasilicate.*

**Введение.** В природе растения подвержены влиянию различных неблагоприятных, в том числе и инфекционных, факторов внешней среды. Растения с течением времени выработали определенные защитные механизмы, одним из которых являются лектиновые белки, содержащиеся в больших количествах в некоторых органах той или иной растительной культуры [1-3, 6].

Способность распознавать и обратимо связывать специфические углеводные структуры является основной характеристикой лектиновых белков. Они весьма гетерогенны по своей структуре и свойствам: содержат от одного до нескольких сайтов связывания углеводов; некоторые лектины обладают очень слабой гемагглютинирующей способностью; многие лектины являются химерными белками, когда только один домен из нескольких проявляет лектиновую активность. Определение специфики взаимодействия лектинов с углеводами является одной из наиболее важных в изучении лектинов [8].

Следует отметить, что лектины многих растений являются термостабильными веществами, способными снижать питательную ценность кормов и провоцировать болезни у животных.

В свете вышеизложенного, изучение углеводной специфичности лектинов и их комплексообразующей активности является научно актуальной задачей [1, 2, 7], имеющей прикладное значение, что и определило цель настоящей работы.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнена на базе РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», кафедры клинической диагностики УО «Витебская ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины» и ЧПУП «Будагово-биотехагро».

В исследованиях использовано несколько сортов люпина, так как эта культура входит в состав многих комбикормов и является важным источником белка.

В качестве ингибиторов реакции гемагглютинации для обнаружения углеводоспецифичности лектинов люпина использовались D-моносахара: D-галактоза, D-манноза, D-ксилоза, N-ацетил-D-галактозамин, D-маннит, D-мальтоза.

Определение аффинности лектинов изучаемых сельхозкультур к глюкозе и ее полимерам осуществлялось йод-крахмальной тест-системой [5]. Минимальная концентрация углевода, угнетающая активность определенного количества лектина при постановке реакции гемагглютинации в полистироловых планшетах являлась количественной характеристикой углеводной специфичности лектина.

Дополнительно было изучено воздействие метасиликата натрия и pH среды на активность лектиновых белков люпина.

Для анализа комплексообразующей активности лектинов использовалась эритроцитарная тест-система из эритроцитов крупного рогатого скота, которая приготавливалась по общепринятой методике [4].

Биометрический анализ полученных данных осуществляли с помощью статистических пакетов SAS 9.2, STATISTICA 9 и SPSS-19.

**Результаты исследований.** Установлено, что в результате реакции гемагглютинации, вызываемой лектинами люпина всех изучаемых в настоящем исследовании сортов и добавлением сахаров для угнетения этой реакции, менее всего гемагглютинацию угнетала D-Ксилоза. В то время как D-галактоза и N-ацетил-D-галактозамин существенно или полностью угнетали ге-

магглютинацию эритроцитов лектинами люпина. Данный результат указывает на то, что лектины люпина узколистного, образуя комплексы с углеводами, в основном распознают углеводы на основе D-галактозы. Обращает на себя внимание также и тот факт, что способность лектинов взаимодействовать с углеводами не зависит от сорта (Рэнчер, Митан и Надежда) люпина.

Наличие у исследуемых лектиновых белков экстракта различных сортов люпина углеводознающих доменов с помощью йод-крахмальной тест-системы представлено в таблице.

**Таблица – Взаимодействие лектинов разных сортов люпина узколистного и декстринов йодкрахмальной тест-системы**

Сорт	Последовательное разведение				
	1/1	2/1	4/1	8/1	16/1
Рэнчер	++++	+++	++	+	–
Митан	+++	++	+	–	–
Надежда	+++	++	+	+	–

*Примечания: – полное отсутствие видимой реакции комплексообразования; + - значительное обесцвечивание раствора, осадка практически не наблюдается; ++ - сильное обесцвечивание раствора, в растворе наблюдается интенсивная муть; +++ - полное обесцвечивание раствора, хлопья на дне пробирки и в супернатанте; ++++ - полное обесцвечивание раствора с формированием мощного слоя осадка.*

Из таблицы следует, что лектины изучаемых сортов люпина узколистного обладают различной комплексообразующей активностью по отношению к крахмалу, который является основным компонентом используемой тест-системы. Так как йод-крахмальная тест-система служит для определения наличия у лектиновых белков глюкозоузнающих сайтов, то на основании того, что способность формировать агрегаты с декстринами крахмала зависит от сорта, можно сделать заключение о том, что лектины всех изучаемых сортов люпина узколистного имеют различную аффинность к глюкозе.

Различие в способности взаимодействовать с мономерами глюкозы крахмала у изучаемых лектиновых белков проявляется в изменении прозрачности тест-системы, ее цвета, появлении хлопьев. В контроле изменений тест-системы не происходило, растворы оставались цветными и прозрачными. Интересным является то, что преципитирующая активность лектиновых белков по отношению к желатинизированному крахмалу тест-системы и способность вызывать ее внешние изменения соответствует устойчивости сорта к заболеванию антракнозом. Так, у более устойчивых к антракнозу сортов люпина узколистного преципитирующая активность лектиновых белков к крахмалу тест-системы значительно выше, чем у неустойчивых сортов либо у сортов со средней устойчивостью [1].

Разведение лектинового экстракта приводит к снижению активности лектиновых белков, что проявляется в интенсивности снижения образования хлопьев. Это можно объяснить тем, что при разведении лектинового экстракта в единице объема происходит снижение концентрации молекул лектинов, соответственно и преципитация декстринов крахмала при разведении экстрактов лектинов значительно снижается.

В литературе имеются сведения, что соединения кремния оказывают влияние на различные биологически активные белки. Метасиликат натрия ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) широко применяется в народном хозяйстве, имеет хорошую растворимость в воде. Цикл исследований, посвященный влиянию метасиликата натрия на активность лектинов семян люпина узколистного, показал различные результаты. Так, наши исследования показали, что в реакционной среде, содержащей 0,025 М метасиликата натрия, активность лектинов люпина узколистного семян сорта Рэнчер снизилась до 128 ГАЕ/см<sup>3</sup> с последующим снижением гемагглютинирующей активности с повышением концентрации метасиликата натрия. Метасиликат натрия также приводит к снижению гемагглютинирующей активности лектинов семян сорта Митан до 53,4 ГАЕ/см<sup>3</sup> и даже до минимального значения в 3 ГАЕ/см<sup>3</sup> в присутствии 0,25 М  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . Действие метасиликата натрия на семена люпина сорта Надежда привело к снижению гемагглютинирующей активности лектинов до 12,6 ГАЕ/см<sup>3</sup>.

Нами установлено, что увеличение концентрации  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  приводило к заметному снижению активности лектинов всех изучаемых сортов. При концентрации метасиликата натрия выше, чем 0,25 М происходила спонтанная агглютинация эритроцитов из-за высокого значения pH.

Следует отметить, что для определения молекулярного механизма воздействия метасиликата натрия на лектиновые белки необходимы дальнейшие исследования, так как применение данного вещества открывает возможности к модификации и контролю гемагглютинирующей активности лектинов.

Ряд экспериментов с применением буферно-солевых растворов, не содержащих  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , но имеющих те же значения pH, что и в описанных выше экспериментах, осуществлялся для оценки влияния уровня pH среды на активность лектинов люпина узколистного. Отмечено, что в щелочном диапазоне pH (10,15-10,80) гемагглютинирующая активность лектинов люпина сорта Рэнчер находится на плато (128 ГАЕ/см<sup>3</sup>), а за последующим резким повышением активности до 256 ГАЕ/см<sup>3</sup> следует резкая спонтанная агглютинация. Щелочной диапазон pH (10,15-10,80) также благоприятен для гемагглютинирующей активности лектинов люпина сорта Митан (52,4 ГАЕ/см<sup>3</sup>), а за последующим резким повышением активности до 64,2 ГАЕ/см<sup>3</sup> следует резкая спонтанная агглютинация. Активность лектинов люпина сорта Надежда минимальна у изученных сортов – 12,6 ГАЕ/см<sup>3</sup>, даже в оптимальном щелочном диапазоне pH (10,15-10,80). Уже описанное резкое повышение активности при увеличении pH до 10,95 также характерно и для лектинов этого сорта – 21,5 ГАЕ/см<sup>3</sup> с последующей резкой спонтанной агглютинацией.

Результаты исследований демонстрируют, что при pH среды в интервале 7,20-10,15 происходит увеличение гемагглютинирующей активности лектинов семян люпина. Однако при изменении pH среды в интервале 10,15-10,80 дальнейшего изменения не происходит. В интервале pH среды от 10,80-10,95 отмечено дальнейшее увеличение активности лектиновых белков. При pH среды 11,05 происходит спонтанная агглютинация эритроцитов тест-системы.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что наблюдавшееся в экспериментах с метасиликатом натрия снижение активности лектинов люпина обусловлено, прежде всего, наличием именно этого вещества в реакционной среде; т.е. снижение активности лектинов вызвано не повышением pH среды, происходящим при возрастании концентрации метасиликата натрия. Вероятно, использование более высоких концентраций метасиликата натрия привело бы к дальнейшему уменьшению активности лектинов люпина, но установить это при помощи реакции агглютинации эритроцитов не представляется возможным.

Таким образом, при добавлении в среду метасиликата натрия на активность лектинов люпина одновременно оказывают влияние следующие два фактора: ингибирующее воздействие метасиликата натрия в качестве химического реагента и увеличение pH среды (приводящее к увеличению активности лектинов). Так, например, при концентрации  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  0,025 М первый фактор уступает второму, что выражается в итоговом увеличении активности лектинов. При концентрации 0,075 М влияние этих факторов уравнивается, а при более высоких концентрациях (0,15 и 0,25 М) наблюдается снижение активности лектинов.

Обобщая полученные результаты, отметим, что метасиликат натрия обладает способностью снижать активность лектинов из семян люпина узколистного, при этом сорт значения не имеет. Есть большая вероятность того, что механизм этого явления связан со свойством кремниевой кислоты, которая образуется в растворе при гидролизе метасиликата натрия. Происходит формирование химических связей с различными частями молекулы лектинов, вызывая существенное изменение ее конформации, что в результате и приводит к инактивации лектинов. Однако обработка метасиликатом натрия приводит к значительному увеличению pH среды, что нежелательно при производстве из люпина продуктов кормового и пищевого назначения. Как показал эксперимент, кремниевая кислота имеет свойство инактивировать лектины, не вызывая существенного изменения pH среды, поэтому она была выбрана в качестве реагента.

**Закключение.** Смеси грубых экстрактов белков люпина, содержащих лектины, проявляют выраженную поливалентность к таким углеводным конъюгатам, как D-глюкоза, D-мальтоза, D-ксилоза, D-манноза. Известно, что мембрана животных организмов имеет в своей структуре гликоконъюгаты с D-моносахарами, из которых глюкоза, мальтоза и ксилоза являются основными составляющими в структуре гликокаликса эритроцитов кишечника. Установлено, что оптимальной средой для комплексообразования является щелочная среда с высоким pH. Также выявлено, что метасиликат натрия обладает способностью снижать лектиновую активность независимо от изменения pH раствора и, таким образом, является одним из потенциальных соединений для деактивации лектиновой активности в кормах.

**Литература.** 1. Комплексообразующая активность лектинов люпина узколистного, как фактор ответа на инфицирование антракнозом / Ю. К. Коваленок [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2019. – Т. 55, вып. 1. – С. 36–39. 2. Коваленок, Ю. К. Совершенствование способов лечения и профилактики микроэлементозов продуктивных животных / Ю. К. Коваленок // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2007. – Т. 43, вып.1. – С. 105–108. 3. Коваленок, Ю. К. Устройство для изучения всасываемости веществ кишечником животных / Ю. К. Коваленок // Международный вестник ветеринарии. – 2012. – № 1. – С. 16–20. 4. Корсун, В. Ф. Фитолектины – руководство по клинической фитотерапии: учебное пособие для вузов / В. Ф. Корсун, В. М. Лахтин, Е. В. Корсун. – Москва: Высшая школа, 2007. – 273 с. 5. Луцки, А. Д. Лектины в гистохимии / А. Д. Луцки, Е. С. Детюк, М. Д. Луцки. – Львов: Выща школа, 1989. – С. 142. 6. Lanno, N. Lectin do-

*mains at the frontiers of plant defense / N. Lannoo, E. J. M. Van Damme // Front. Plant Sci. – 2014. – Vol. 5. – P. 397. doi: 10.3389/fpls.2014.00397. 7. Van Holle, S. Messages from the past: New insights in plant lectin evolution / S. Van Holle, E. J. M. Van Damme // Front. Plant Sci. – 2019. – Vol. 10. – P. 36. doi: 10.3389/fpls.2019.00036. 8. Van Holle, S. Signaling through plant lectins: modulation of plant immunity and beyond / S. Van Holle, E. J. M. Van Damme // Biochem. Soc. Trans. – 2018. – Vol. 36. – P. 221–247. doi: 10.1042/BST20170371.*

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 619:616.98:632.2:612.117:615.37

## **БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КОРОВ, ИММУНИЗИРОВАННЫХ АССОЦИИРОВАННЫМИ ВАКЦИНАМИ ПРОТИВ ВИРУСНО-БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭНТЕРИТОВ ТЕЛЯТ**

**Красочко П.А., Яромчик Я.П., Красочко П.П., Белко И.А., Морозов Д.Д.**

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

*В статье приведены результаты биохимических исследований сывороток крови коров после проведения двукратной иммунизации ассоциированными вакцинами против вирусно-бактериальных энтеритов телят. Применение испытываемых биопрепаратов не вызывает изменений биохимических показателей крови у вакцинированных коров, как по отношению к группе контроля, так и в сопоставлении с общепринятыми референтными значениями, что указывает на безвредность разработанных ассоциированных вакцин на организм животных. **Ключевые слова:** вакцина, телята, сыворотка крови, инфекционные болезни.*

## **BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD SERUM IN COWS VACCINED BY ASSOCIATED VACCINES AGAINST VIRAL-BACTERIA ENTERITIS IN CALVES**

**Krasochko P.A., Yaromchik Y.P., Krasochko P.P., Belko I.A., Morozov D.D.**

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

*The article presents the results of biochemical studies of blood serum in cows after vaccination of animals experimental samples associated vaccines against infection enteritis of calves. The use of test vaccines does not cause changes in the biochemical parameters of blood in vaccinated cows, both in relation to the control group and in comparison with accepted reference values, which indicates the harmlessness of the developed associated vaccines in animals. **Keywords:** vaccine, calves, serum of blood, infection diseases.*

**Введение.** Проведение детального эпизоотологического обследования в сельскохозяйственных организациях, где регистрируются массовые заболевания телят первых дней жизни с признаками поражения желудочно-кишечного тракта, указывает, что в большинстве случаев в неблагополучных пунктах устанавливают ассоциированные течения инфекционных болезней вирусной и бактериальной этиологии, характеризующиеся высокими процентами летальности [3, 7, 9].

На сегодняшний день специфическая профилактика инфекционных энтеритов телят первых дней жизни в Республике Беларусь в первую очередь основывается на вакцинации стельных коров, что позволяет значительно уменьшить количество случаев заболевания телят и не допустить широкого распространения инфекционных пневмоэнтеритов молодняка крупного рогатого скота [2, 7].

Выбор биопрепаратов должен проводиться согласно конкретной и прогнозируемой эпизоотической ситуации в каждом животноводческом предприятии и сельскохозяйственной организации, с обязательным учетом этиологической структуры выделенных возбудителей инфекционных болезней [3, 4, 7, 9].

При проведении скрининговых исследований по наиболее распространенным в последнее время факторным болезням молодняка крупного рогатого скота инфекционной этиологии, установлено, что, несмотря на проводимую массовую вакцинацию сухостойных коров против наиболее распространенных инфекционных болезней молодняка, продолжает удерживаться стабильный процент выделения от заболевших и павших новорожденных телят энтеропатогенных штаммов *E. coli*, сальмонелл, рота- и коронавирусов и других возбудителей факторных болезней [7, 9].

Одной из основных причин недостаточной профилактической эффективности применяемых биопрепаратов отечественного и зарубежного производства является их несоответствие по антигенному составу с циркулирующими в хозяйствах эпизоотическими штаммами. К примеру, вакцинные штаммы эшерихий, содержащие адгезивные антигены – K88, K99, F41 и 987P зачастую отсутствуют в ряде биофабричных вакцин. Так, адгезивный антиген A20 (Att25), который

наиболее часто выделяют из патологического материала павших телят, практически не входит в состав зарегистрированных вакцин зарубежного производства против колибактериоза молодняка крупного рогатого скота [3, 7].

Можно предположить, что сложившаяся эпизоотическая ситуация указывает на недостаточную профилактическую эффективность применяемых биологических препаратов против указанных болезней, что связано с несовпадением состава референтных штаммов, входящих в состав вакцин с антигенным спектром возбудителей болезни [7, 9].

Конструирование биопрепаратов против наиболее распространенных инфекционных болезней телят, в состав которых будут входить наиболее выделяемые штаммы возбудителей инфекционных болезней молодняка сельскохозяйственных животных, обеспечит наиболее высокую превентивную эффективность от проводимых ветеринарными специалистами профилактических мероприятий [2, 4, 7].

При разработке и внедрении в производство новых биологических средств, предназначенных для специфической профилактики инфекционных болезней животных, одним из необходимых условий для их дальнейшего применения является создание ареактогенных биопрепаратов, не вызывающих негативного влияния на организм иммунизированных животных. Для этого после их применения проводят ряд гематологических и биохимических исследований крови вакцинированных животных [1, 10].

Нами разработаны ассоциированные вакцины против вирусно-бактериальных гастроэнтеритов молодняка крупного рогатого скота с учетом сложившейся этиологической структуры инфекционных болезней новорожденных телят.

Цель проведенной научной работы – определение влияния на биохимические показатели крови коров, иммунизированных ассоциированными вирусно-бактериальными вакцинами против инфекционных болезней молодняка крупного рогатого скота.

**Материалы и методы исследований.** Экспериментальная работа проведена в условиях ведения животноводства в СРДУП «Улишицы Агро» Городокского района Витебской области.

Биохимические исследования проб крови, отобранных от коров опытных и контрольной групп, проводили в Научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии, а также в научной лаборатории кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Образцы ассоциированных вакцин, разработанных для специфической профилактики вирусно-бактериальных энтеритов молодняка крупного рогатого скота, произведены в условиях ОАО «БелВитунифарм» Витебского района.

Для изготовления двух образцов ассоциированной вакцины против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекции, эшерихиоза и сальмонеллеза телят были применены масляные адъюванты Montanide (Seppic, Франция) - ИЗА-15 для варианта вакцины №1, и ИЗА-25 – для варианта биопрепарата №2.

Для изготовления вирусных монокомпонентов были использованы аттенуированные штаммы вирусов с полученными инфекционными титрами от 5,5 до 7,5 lg ТЦД<sub>50</sub>/см<sup>3</sup>.

При приготовлении бактериальных компонентов использовали референтные штаммы эшерихий с адгезивными антигенами A20, K88, K99, 987P и F41, также вакцинные штаммы сальмонелл – *S. dublin* и *S. enteritidis*. Инактивированные формалином вирусные и бактериальные монокомпоненты перед введением в адъювант смешивали в соотношении 1:1.

Введение вирусов и бактерий в эмульсию проводили при помощи гомогенизатора. Скорость смешения вакцинных компонентов с водно-масляной эмульсией – 4000 об/мин.

С целью изучения возможного влияния на биохимические показатели крови при введении разработанных вариантов ассоциированных вакцин всего из сухостойных коров черно-пестрой породы, живой массой 400-450 кг, сформировано 2 опытные группы, по 10 голов в каждой, а также отобрана группа коров в качестве контроля (n=10). Вакцинацию животных проводили двукратно, с интервалом 21 день, вакцины вводили внутримышечно, в область крупа.

Коровам опытной группы №1 – вариант ассоциированной вакцины против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекции, эшерихиоза и сальмонеллеза телят с адъювантом ИЗА-15, вводили в объеме 5,0 см<sup>3</sup>.

Для коров опытной группы №2 – вариант ассоциированной вакцины против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекции, эшерихиоза и сальмонеллеза телят с адъювантом ИЗА-25, был применен в объеме 3,0 см<sup>3</sup>.

Коровам группы контроля биопрепараты не применяли.

Отбор проб сывороток крови проводили согласно методическим указаниям по отбору биологического материала для лабораторных исследований [5]. Сыворотки крови у животных опытных и контрольной групп отбирали до вакцинации, на 14-й и 21-й дни после первой иммунизации и на 45-й день после повторного введения разработанных вариантов ассоциированных

вакцин против вирусно-бактериальных энтеритов телят. За животными установили клиническое наблюдение в течение 80 дней. На протяжении трех дней после проведения первичной и повторной иммунизации проводили термометрию, вели наблюдение за общим клиническим статусом вакцинированных животных, учитывали показатели продуктивности коров. Проведение биохимических исследований сывороток крови животных проводили по методическим указаниям с использованием автоматического анализатора BS-200 [6].

При проведении статистической обработки результатов биохимических исследований сывороток крови коров опытных и контрольной групп использовали компьютерные программы Excel и Biom 2720. Полученные значения сопоставляли с референтными значениями [7].

**Результаты исследований.** На протяжении всего периода наблюдений изменений клинического статуса коров и на месте введения вариантов ассоциированных вакцин против вирусно-бактериальных энтеритов не установлено. Продуктивность животных также не отличалась от общехозяйственных показателей.

Результаты биохимических исследований сывороток крови у коров опытной группы №1, вакцинированных ассоциированной вакциной против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекции, эшерихиоза и сальмонеллеза телят с адьювантом ИЗА-15, представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Биохимические показатели крови у коров, иммунизированных ассоциированной вакциной против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекции, эшерихиоза и сальмонеллеза телят (вариант вакцины №1)**

Показатели	Группа	До вакцинации	На 14 сутки	На 21 сутки	На 45 сутки
Аланинаминотрансфераза, У/л	Опытная	37,28±3,06	37,66±4,05	25,92±4,43	35,9±4,06
	Контрольная	28,34±3,05	32,9±2,58	29,32±2,62	43,0±4,02
Аспартатаминотрансфераза, У/л	Опытная	74,1±7,46	81,9±6,69	74,58±6,16	96,18±7,2
	Контрольная	93,58±5,78	82,24±4,28	75,14±3,56	98,1±8,91
Холестерин, ммоль/л	Опытная	3,7±0,44	4,54±0,4	4,22±0,48	4,12±0,47
	Контрольная	3,56±0,16	4,02±0,35	4,32±0,38	4,11±0,33
Билирубин, мкмоль/л	Опытная	0,93±0,05	1,56±0,15	2,16±0,16*	1,4±0,18
	Контрольная	2,68±0,49	1,96±0,31	1,61±0,16	1,67±0,34
Глюкоза, ммоль/л	Опытная	3,76±0,16***	1,26±0,14	2,59±0,27	1,52±0,13**
	Контрольная	1,05±0,19	1,15±0,1	2,5±0,08	0,64±0,16
Триглицериды, ммоль/л	Опытная	0,15±0,03	0,11±0,01	0,14±0,01	0,13±0,021
	Контрольная	0,1±0,01	0,19±0,03	0,1±0,018	0,12±0,02
Кальций, ммоль/л	Опытная	2,64±0,1	2,31±0,12	2,35±0,67	2,84±0,14
	Контрольная	2,77±0,06	2,63±0,14	2,19±0,12	2,97±0,11
Фосфор, ммоль/л	Опытная	1,89±0,13	1,73±0,11	1,95±0,1	1,39±0,05
	Контрольная	1,73±0,05	1,96±0,24	1,93±0,17	1,45±0,04

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

Как видно из полученных результатов биохимических исследований сывороток крови коров опытной и контрольной групп, активность аланин- и аспартатаминотрансферазы практически не отличалась от первоначальных значений на протяжении всего срока исследований. Отмечено незначительное повышение содержания аланинаминотрансферазы на 45-й день после повторной вакцинации в сыворотках крови коров опытной группы до значения 96,18±7,2 У/л, а у коров контрольной группы исследуемый показатель достиг значения 98,1±8,91 У/л. Незначительное повышение содержания исследуемых ферментов выше референтных значений может быть обосновано некоторыми нарушениями в обеспеченности полноценного кормления животных. Исходя из аналогичных, незначительных и статистически не достоверных колебаний содержания аланин- и аспартатаминотрансферазы в сыворотках крови иммунизированных коров, в сравнении с таковыми показателями у животных группы контроля, можно утверждать, что полученные результаты биохимических исследований указывают на отсутствие токсического влияния разработанного биопрепарата на клетки паренхиматозных органов иммунизированных коров.

Показатели определения количества общего холестерина в сыворотках крови коров, для иммунизации которых применили ассоциированную вакцину против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекции, эшерихиоза и сальмонеллеза телят с адьювантом ИЗА-15, в сопоставлении с группой животных, которых использовали в качестве

контроля, показало, что на протяжении сроков исследований в сыворотках крови коров также не происходило существенных отличий его содержания.

В сыворотках крови коров опытной группы уровень содержания билирубина повысился с  $0,942 \pm 0,05$  до  $2,158 \pm 0,16$   $\mu\text{моль/л}$  с первого на 21-й день опыта ( $P \leq 0,05$ ), понижаясь до значения  $1,404 \pm 0,18$   $\mu\text{моль/л}$  к 45 дню после повторной вакцинации. Следует отметить, что на последних сроках исследований данный показатель был ниже уровня содержания билирубина в сыворотках крови коров группы контроля, у которых данный показатель был установлен в значении  $1,668 \pm 0,34$   $\mu\text{моль/л}$ , что свидетельствует об отсутствии токсического воздействия испытуемого варианта биопрепарата на клетки печени вакцинированных коров.

Уровень содержания глюкозы в крови коров опытной группы не имел существенных отличий на 14-й и 21-й дни после проведения первичной вакцинации от таковых показателей у животных контрольной группы. На 45-й день после повторной иммунизации содержание глюкозы в сыворотках крови иммунизированных коров было достоверно выше полученных результатов ее уровня в сыворотках крови коров группы контроля и определено в значении  $1,522 \pm 0,13$   $\text{ммоль/л}$ , а у коров группы контроля –  $0,64 \pm 0,16$   $\text{ммоль/л}$  ( $P \leq 0,01$ ).

В целом, низкий уровень содержания глюкозы в сыворотках крови коров опытной и контрольной групп свидетельствует о недостаточной полноценности рациона легкоусвояемыми углеводами и неполноценным рационом для животных.

При определении в сыворотках крови содержания триглицеридов достоверных отличий его уровня у коров опытной и контрольной групп не наблюдалось на протяжении всего срока исследований.

При проведении оценки состояния минерального обмена путем определения в крови содержания кальция и фосфора установлено, что на протяжении всех сроков исследований уровень содержания кальция и фосфора, с незначительными колебаниями, определялся в крови в референтных значениях. Соотношение кальция к фосфору не нарушалось по отношению к установленным нормам.

Результаты биохимических исследований сывороток крови у коров опытной группы №2, вакцинированных образцом ассоциированной вакцины против инфекционных энтеритов телят, с применением адьюванта ИЗА-25, представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Биохимические показатели крови у коров опытной группы №2, иммунизированных ассоциированной вакциной против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, рота- и коронавирусной инфекции, эшерихиоза и сальмонеллеза телят (вариант вакцины №2)**

Показатели	Группа	До вакцинации	На 14 сутки	На 21 сутки	На 45 сутки
Аланинаминотрансфераза, У/л	Опытная	$36,92 \pm 2,04$	$31,94 \pm 3,34$	$30,34 \pm 4,27$	$35,74 \pm 1,82$
	Контрольная	$28,34 \pm 3,05^*$	$32,9 \pm 2,58$	$29,32 \pm 2,62$	$43,0 \pm 4,02$
Аспартатаминотрансфераза, У/л	Опытная	$70,06 \pm 5,44$	$73,28 \pm 5,0$	$109,5 \pm 2,48$	$99,96 \pm 11,0$
	Контрольная	$93,58 \pm 5,78$	$82,24 \pm 4,28$	$75,14 \pm 3,56$	$98,1 \pm 8,91$
Холестерин, ммоль/л	Опытная	$4,06 \pm 0,49$	$3,66 \pm 0,37$	$4,32 \pm 0,43$	$3,91 \pm 0,5$
	Контрольная	$3,56 \pm 0,16$	$4,02 \pm 0,35$	$4,32 \pm 0,38$	$4,11 \pm 0,33$
Билирубин, $\mu\text{моль/л}$	Опытная	$0,88 \pm 0,07$	$2,43 \pm 0,42$	$2,2 \pm 0,3$	$1,82 \pm 0,53$
	Контрольная	$2,68 \pm 0,49$	$1,96 \pm 0,31$	$1,59 \pm 0,16$	$1,67 \pm 0,34$
Глюкоза, ммоль/л	Опытная	$3,33 \pm 0,23^{***}$	$1,17 \pm 0,22$	$2,86 \pm 0,19$	$1,16 \pm 0,15$
	Контрольная	$1,05 \pm 0,19$	$1,15 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,08$	$0,64 \pm 0,16$
Триглицериды, ммоль/л	Опытная	$0,15 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,03$	$0,13 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,01$
	Контрольная	$0,104 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,03$	$0,1 \pm 0,018$	$0,11 \pm 0,02$
Кальций, ммоль/л	Опытная	$2,67 \pm 0,04$	$2,25 \pm 0,05$	$2,25 \pm 0,07$	$2,83 \pm 0,15$
	Контрольная	$2,77 \pm 0,06$	$2,63 \pm 0,14$	$2,19 \pm 0,12$	$2,98 \pm 0,11$
Фосфор, ммоль/л	Опытная	$1,76 \pm 0,07$	$1,98 \pm 0,05$	$1,78 \pm 0,21$	$1,36 \pm 0,06$
	Контрольная	$1,73 \pm 0,05$	$1,96 \pm 0,24$	$1,92 \pm 0,17$	$1,45 \pm 0,04$

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

При анализе результатов биохимических исследований сывороток крови коров опытной группы №2 содержание аланин- и аспартатаминотрансферазы после проведения двукратной вакцинации не имело достоверных отличий с аналогичными показателями в сыворотках крови коров группы контроля. На 21 сутки после проведения первичной вакцинации установлено повышение уровня аланинаминотрансферазы в сыворотках крови коров опытной группы с  $73,28 \pm 5,0$  У/л до  $109,5 \pm 2,48$  У/л. При этом проведение статистических расчетов критерия достоверности по Стьюденту показало отсутствие достоверных изменений в содержании иссле-

дуемого фермента. Более того, в конце срока исследований, на 45-й день после повторной вакцинации, содержание аспаратаминотрансферазы в сыворотках крови коров опытной и контрольной групп практически не имело отличий.

Содержание холестерина в сыворотках крови коров опытной группы №2 не имело достоверных отличий с таковыми показателями у животных группы контроля.

Несмотря на имеющееся отличие уровня содержания билирубина в сыворотках крови коров опытной группы №2, по сравнению с группой контроля до иммунизации, далее, на протяжении всего срока исследований, существенных изменений его количества в крови животных опытной и контрольной групп не наблюдалось.

Содержание глюкозы в крови коров опытной группы превышало ее количество у животных контрольной группы в начале срока исследований, однако при последующих биохимических исследованиях сывороток крови не имело достоверных отличий. Полученные показатели содержания глюкозы в сыворотках крови коров подтверждают низкую обеспеченность рациона для животных углеводами.

Полученные значения колебаний содержания триглицеридов были практически аналогичными у коров опытной и контрольной групп на протяжении всего срока опыта.

На протяжении всего срока исследований в сыворотках крови коров опытной и контрольной групп уровень содержания кальция и фосфора и их соотношений не имел достоверных отличий и находился в пределах референтных значений.

**Заключение.** Разработанные варианты вирусно-бактериальных вакцин против наиболее распространенных инфекционных болезней молодняка крупного рогатого скота первых дней жизни являются стерильными и ареактогенными биопрепаратами. После введения коровам образцов инактивированных вакцин не отмечено общих и местных изменений в клиническом состоянии животных.

Полученные результаты биохимических исследований сывороток крови иммунизированных коров свидетельствуют о том, что двукратная вакцинация коров разработанными вариантами ассоциированных вакцин против вирусно-бактериальных энтеритов телят, в состав которых входят масляные адъюванты ИЗА-15 и ИЗА-25, не приводит к отрицательному воздействию на клетки паренхиматозных органов и обмен веществ в организме иммунизированных животных.

При анализе данных о содержании в сыворотках крови исследуемых минеральных веществ установлено, что на протяжении всех сроков исследований уровень содержания кальция и фосфора с незначительными статистически не достоверными колебаниями удерживался в крови в установленных нормах. Соотношение кальция к фосфору не нарушалось по отношению к установленным нормам: 1,5-1. Отсутствие достоверных изменений в значениях кальция и фосфора и анализ показателей на основании общепринятых норм кальциево-фосфорного отношения дает нам основание считать, что применение разработанных вариантов инактивированных вирусно-бактериальных вакцин не влияет негативно на минеральный обмен иммунизированных животных.

**Литература.** 1. Красочко, П. А. Гематологический статус у коров после применения ассоциированных вакцин против инфекционных энтеритов телят / П. А. Красочко, Я. П. Яромчик, Н. В. Саница // *Ветеринарный журнал Беларуси*. – 2019. – № 2. – С. 50–54. 2. Красочко, П. А. Колостральный иммунитет у телят, полученных от коров, иммунизированных против ротавирусной инфекции и колибактериоза крупного рогатого скота / П. А. Красочко, Ю. В. Ломако, Я. П. Яромчик // *Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария*. – 2010. – № 2. – С. 58–62. 3. Красочко, П. А. Этиологическая структура возбудителей сальмонеллеза и эшерихиоза крупного рогатого скота в Республике Беларусь / П. А. Красочко, Д. Б. Кулешов, Я. П. Яромчик // *Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов для АПК : материалы Международной научно-практической конференции, 25–27 сентября 2019 г., – Москва : Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, 2019. – С. 203–209. 4. Мельник, Р. Н. Аналитический обзор рынка биопрепаратов для профилактики инфекционных болезней животных в Российской Федерации / Р. Н. Мельник // *Ветеринария и кормление*. – 2019. – № 5. – С. 9–11. 5. Методические указания по отбору биологического материала для лабораторных исследований / С. В. Петровский [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2017. – 48 с. 6. Методические указания по биохимическому исследованию крови животных с использованием диагностических наборов / И. Н. Дубина [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2008. – 60 с. 7. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови / С. В. Петровский [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2019. – 48 с. 8. Оценка эпизоотической ситуации по инфекционным энтеритам телят в хозяйствах Витебской области / П. А. Красочко [и др.] // *Ветеринарный журнал Беларуси*. – 2018. – № 2. – С. 35–39. 9. Яромчик, Я. П. Анализ отчетности ветеринарных диагностических учреждений Республики Беларусь по инфекционным энтеритам телят / Я. П. Яромчик // *Молодые ученые - науке и практике АПК : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых (г. Витебск, 5–6 июня 2018 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины*. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – С. 47–49. 10. Яромчик, Я. П. Изучение гематологических и биохимических показателей у коров после вакцинации инактивированной*

вакциной против ротавирусной инфекции и эшерихиоза крупного рогатого скота / Я. П. Яромчик // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник научных трудов. – Горки : БГСХА, 2010. – Вып. 13, ч. 2. – С. 227–283.

Поступила в редакцию 10.04.2020 г.

УДК 636.934.57:611.314

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАКРОКОМПОЗИЦИИ ЗУБОВ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ

Ревякин И.М., Ермакович М.И., Добрава Д.И.

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

*В статье рассмотрены основные анатомические особенности постоянных зубов американской норки. Отмечено, что нижние резцы могут располагаться как в один, так и в два ряда, что зависит от длины альвеолярного края. Проведен анализ морфометрических показателей коронок. По его результатам показана неравномерность высоты коронок резцов, которая увеличивается от зацепов к окрайкам. Большинство коронок щечных зубов на верхней челюсти, по своим размерам достоверно отличаются друг от друга. На нижней челюсти эта тенденция выражена в меньшей степени. Сопоставление коэффициентов вариации позволило установить, что на верхней челюсти наиболее изменчивым признаком является высота первого моляра, а на нижней – ширина второго моляра. **Ключевые слова:** американская норка, зубы, резцы, клыки, премоляры, моляры, морфометрия.*

## SOME FEATURES OF MACROCOMPOSITION OF AMERICAN MINK TEETH

Reviakin I.M., Yermakovich M.I., Dabrova D.D.

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

*The article considers the main anatomical features of the permanent teeth of the American mink. It is noted that the lower incisors can be arranged in either one or two rows, which depends on the length of the alveolar edge. Analysis of morphometric indices of crowns was carried out. According to its results, the nonuniformity of the height of the incisor crowns is shown, which increases from the hooks to the edges. Most crowns of the buccal teeth on the upper jaw, in their size are reliably different from each other. On the lower jaw, this trend is less pronounced. Comparison of the coefficients of variation allowed to establish that on the upper jaw the most variable sign is the height of the first molar, and on the lower - the width of the second molar. **Keywords:** American mink, teeth, incisors, canines, premolars, molars, morphometry.*

**Введение.** Основным объектом клеточного пушного звероводства как у нас в республике, так и за рубежом, на протяжении многих лет является американская норка. Данный биологический вид, принадлежащий к отряду хищных и семейству куньих, в отличие от большинства других домашних и сельскохозяйственных животных, в природе ведет амфибиотический образ жизни. Поэтому особенности строения многих систем его органов довольно сильно контрастируют с таковыми у сугубо сухопутных хищников [4, 5]. Поскольку же норку разводят ради получения шкурковой продукции, то основное внимание исследователей приковано к рассмотрению ее волосяного покрова, который в условиях неволи, без доступа животных к привычной водной среде, оказался подверженным ряду деструктивных изменений [6, 7]. Вместе с тем на его свойства огромное влияние оказывают и закономерности всасывания питательных и биологически активных веществ, тесно связанные с особенностями строения пищеварительной системы. В связи с этим рядом исследователей, в том числе и нами, были изучены основные наиболее значимые в функциональном отношении компоненты этой системы – желудок и кишечник [1, 2]. На этом фоне следует констатировать, что некоторые органы пищеварения оказались рассмотрены недостаточно. Прежде всего, к этой категории следует отнести зубочелюстную систему. На сегодняшний день относительно особенностей ее строения у американской норки имеются исследования, проведенные в прошлом веке, которые касаются в основном диких особей в связи с систематикой [8, 10].

Причина слабого внимания исследователей к особенностям строения зубов у клеточной американской норки заключается в сложившемся мнении о том, что знание их морфологии в условиях звероводческих хозяйств не находит практического применения. При этом, как правило, не принимается в расчет, что поражения зубов, вызванные применением нетрадиционных кормов, которые в последнее время используются наиболее широко, могут привести к системным патологиям, снижающим продуктивность норок [3]. С другой стороны, разведением американской норки занимаются не только товарные звероводческие хозяйства. Данный биологический вид содержится как в условиях зоопарков, так и у частных любителей животных. В этих случаях, как правило, животным оказывается квалифицированная ветеринарная помощь, в том

числе и стоматологическая. В совокупности, все подходы, как к оценке патологий зубочелюстной системы, так и к ее лечению должны базироваться на знаниях особенности ее морфологии в норме.

В связи с вышеизложенным, основной целью нашей работы явилось установление основных анатомических особенностей зубов клеточной американской норки параллельно с анализом морфометрических особенностей их коронок.

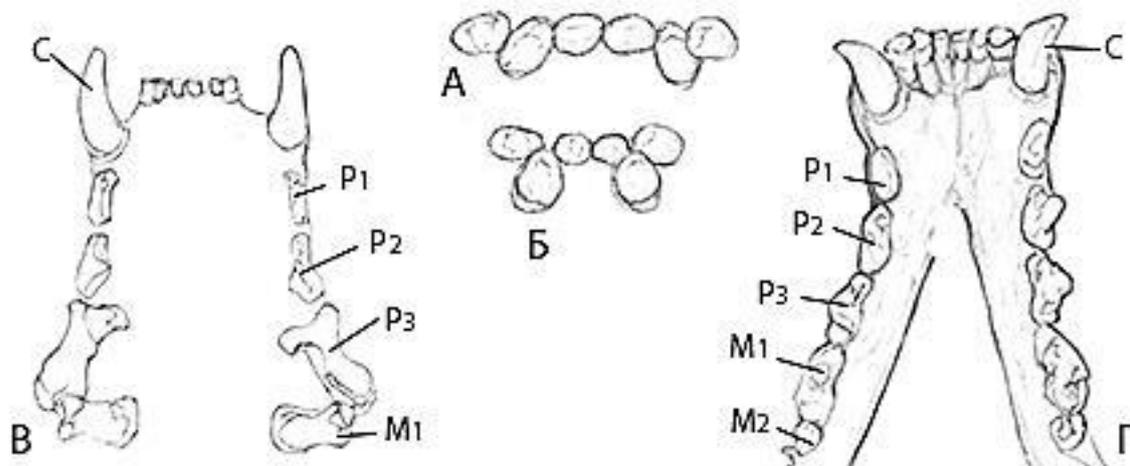
**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования явились клинически здоровые самцы клеточной американской норки ( $n=6$ ) в возрасте 8 месяцев, доставленные из ПУП «Калинковичское зверохозяйство Белкоопсоюза» в период проведения планового осеннего убоя. Материалом для исследований послужили их челюсти и зубы.

Основными методами исследования являлись анатомическое описание и препарирование, а также морфометрия, проведенная с помощью электронного штангенциркуля. При этом за высоту коронки принималось расстояние от наиболее развитого зубца (бугра) жевательной поверхности до уровня шейки зуба. За ширину – расстояние между апроксимальными поверхностями, а за толщину – вестибулооральный размер [9].

Статистическая обработка цифрового материала проводилась в программной среде Statistica 6 с использованием критерия достоверности Ньюмена-Кейлса.

**Результаты исследований.** В ходе исследований был подтвержден тот факт, что набор постоянных зубов американской норки, при их общем количестве равном 34, на верхней челюсти включает в себя 3 резца, 1 клык, 3 премоляра и 1 моляр. На нижней челюсти, помимо перечисленных зубов, находится еще один моляр.

Несмотря на то, что общий план строения зубов американской норки соответствует такому у хищников, нами были выявлены определенные видоспецифичные особенности, касающиеся большинства их категорий. Среди них резцы, характеризующиеся наиболее простым строением и одним корнем, на нижней челюсти могут располагаться как в один, так и в два ряда, второй из которых формируется каудальным смещением средних зубов (рисунок 1, А, Б). Данная особенность обусловлена длиной резцового края нижней челюсти. Чем он короче, тем ярче выражено удвоение. Верхние резцы, в отличие от нижних, всегда расположены в один ряд.



А, Б – варианты расположения резцов; В – зубная аркада на верхней челюсти;

Г – зубная аркада на нижней челюсти

**Рисунок 1 – Схемы расположения зубов в ротовой полости у американской норки**

Морфометрические параметры коронок резцов увеличиваются от зацепов к крайкам. В частности, на резцовой кости высота зацепов оказалась равной  $2,50 \pm 0,140$  мм, что на  $0,14$  мм недостоверно меньше, чем у средних ( $2,64 \pm 0,135$  мм). Высота же крайков ( $3,20 \pm 0,128$  мм) достоверно превышает таковую зацепов (на  $0,70$  мм) и средних (на  $0,56$  мм).

На нижней челюсти, при сохранении той же тенденции, высота коронок зацепов ( $2,51 \pm 0,120$  мм) на  $0,31$  мм достоверно меньше, чем у средних ( $2,82 \pm 0,070$ ) и на  $0,42$  мм, чем у крайков ( $2,93 \pm 0,083$  мм). Разница в  $0,11$  мм между средними и крайками достоверной не является. При этом, хотя высота резцов нижней аркады несколько превышает высоту верхней, разница между ними недостоверна.

Клыки, коронки которых имеют выпуклые преддверные и вогнутые язычные поверхности, на фоне остальных зубов отличаются наибольшей массивностью. Это выражается не только в увеличении высоты их коронок, но и в укрупнении корня, длина которого значительно превышает высоту коронки. Так, на верхней челюсти среднее значение высоты коронки составило

9,05±0,207 мм, а корня – 12,69±0,074 мм. Клыки нижней челюсти выражены несколько слабее. Высота их коронки (7,76±0,095 мм) на 1,29 мм, а длина корня (10,76±0,103 мм) – на 1,93 мм короче, чем на верхней челюсти.

Щечные зубы, представленные молярами и премолярами, размещены на альвеолярных краях соответствующих челюстей. При этом длина альвеолярного края верхней челюсти, составившая 22,86±0,349 мм, оказалась на 5,35 мм достоверно короче, чем на нижней (28,21±0,737 мм). Большинство расположенных здесь зубов (два первых премоляра и моляр) имеют по два корня. Третий премоляр отличается тремя корнями.

На окклюзионном контуре первого премоляра имеется мезиальный бугор, от которого начинается дистальный скат. Второй премоляр снабжен ярко выраженным зубцом, лежащим в центре. На мезиальной поверхности третьего премоляра, секущего зуба, имеется вырезка, разделяющая два бугра. Первый из которых - мезио-вестибулярный - развит слабее. Второй – мезио-лингвальный - несколько вдаётся в ротовую полость. Наиболее развитый средний зубец посредством гребня соединяется с медиальным зубцом, уступающим ему по своему размеру. На вестибуло-окклюзивной поверхности между ними расположена ямка. Единственный моляр верхней челюсти лежит под углом 90 градусов. Его мезиальная поверхность довольно плотно соприкасается с дистальной поверхностью предыдущего зуба. Здесь коронка формирует трехбугорчатое образование, значительно приподнятое по отношению к остальной части зуба, которая, выходя за пределы аркады, заходит в ротовую полость. Ее округлые края обрамляют ободок, а в центре находится небольшой бугорок. Между большинством коренных зубов верхней челюсти имеются диастемы (рисунок 1, В).

Анализ морфометрических показателей щечных зубов верхней челюсти, представленных в таблице 1, показал, что их коронки по параметрам высоты, ширины и толщины достоверно отличаются друг от друга.

**Таблица 1 – Морфометрические параметры коронок щечных зубов верхней челюсти, мм**

Зуб	Наибольшая высота	CV	Наибольшая ширина	CV	Наибольшая толщина	CV
PM <sub>1</sub>	2,86±0,185	16	3,99±0,206	3	2,19±0,172	19
PM <sub>2</sub>	4,23±0,119	7	5,47±0,415	13	2,76±0,098	9
PM <sub>3</sub>	4,97±0,106	5	7,80±0,239	19	4,51±0,084*	5
M <sub>1</sub>	2,24±0,294	32	6,64±0,188	8	4,49±0,156*	9
Сред.	3,57±0,242	15±0,1	5,97±0,321	11±2,7	3,49±0,223	10±3,1

Примечание. \* Разница недостоверна при  $P \leq 0,05$ .

Наиболее массивной коронкой, которая превосходит остальные зубы, по всем параметрам характеризуется третий премоляр. Исключением является его толщина, которая практически соответствует таковой у моляра. Наименьшая высота характерна для моляра, ширина и толщина – для первого премоляра. При этом анализируемые признаки у рассматриваемых категорий зубов варьируют неодинаково. В частности, наибольшая изменчивость присуща высоте моляра.

На нижней челюсти все щечные зубы за исключением второго моляра, у которого имеется лишь один корень, имеют по два корня. Среди них первый премоляр («волчий зуб») несет коронку, аналогичную таковой на верхней челюсти. На втором премоляре бугор приобретает форму зубца при сохранении дистального ската. Коронка третьего премоляра построена по принципу второго премоляра верхней челюсти. Первый моляр (секущий) снабжен тремя зубцами – мезиальным, средним и дистальным. Из них наиболее выражен средний. Несколько уступает ему по размерам – мезиальный. Вершина дистального зубца, самого мелкого, раздваивается. Со стороны вестибулярной поверхности мезиальный и средний зубцы разделены слабо-заметным желобом, а дистальный отделен от среднего ямкой. Со стороны лингвальной поверхности на границе между зубцами лежат две выраженные ямки, из которых более глубокую дистальную обрамляет гребень, который берет свое начало от среднего резца недалеко от его вершины. Окклюзионный контур второго моляра в центре снабжен одним слабовыраженным бугорком. Диастемы между зубами выражены относительно слабо (рисунок 1, Г).

В отличие от верхних коренных зубов, коронки аналогичных зубов нижней челюсти морфометрически более однородны (таблица 2).

**Таблица 2 – Морфометрические параметры коронок щечных зубов нижней челюсти, мм**

Зуб	Наибольшая высота	CV	Наибольшая ширина	CV	Наибольшая толщина	CV
PM <sub>1</sub>	2,21±0,087*	10	3,53±0,142* (*)	10	2,17±0,058* (*)	7
PM <sub>2</sub>	3,91±0,248	16	4,13±0,255* (**)	15	2,55±0,067* (**)	6
PM <sub>3</sub>	4,70±0,142**	7	7,01±0,724**	25	3,24±0,222	17
M <sub>1</sub>	4,63±0,126**	7	7,60±0,756**	24	3,70±0,054	4
M <sub>2</sub>	2,08±0,140*	17	3,48±0,923 (*) (**)	64	2,36±0,086* (**)	9
Сред	3,51±0,223	11±2,1	5,15±0,424	28±9,7	2,80±0,117	8±2,3

Примечание. \*, \*\* (\*), (\*\*), (\*\*\*) разница недостоверна при  $P \leq 0,05$ .

Среди них наиболее развитыми по всем параметрам зубами являются третий премоляр и первый моляр. Наименее крупные коронки по этим признакам принадлежат первому премоляру и второму моляру. Кроме того, по показателям ширины и толщины им примерно соответствует коронка второго премоляра.

Важной отличительной особенностью данной категории зубов является сильная индивидуальная изменчивость показателей ширины их коронок, коэффициент вариации которой превышает аналогичную величину зубов верхней челюсти на 17%.

В целом, при сопоставлении метрических данных щечных зубов верхней и нижней аркад, можно констатировать, что по показателям высоты они примерно соответствуют друг другу. Однако зубы, лежащие на верхней челюсти, в среднем несколько толще, чем на нижней, что стало возможным за счет существенного утолщения третьего премоляра и моляра.

**Заключение.** Таким образом, на основании проведенного нами исследования можно заключить, что зубная система норки построена по типу, характерному для хищников с некоторыми особенностями. К числу последних можно отнести различные варианты в расположении резцов в нижней аркаде; более свободное расположение щечных зубов на верхней челюсти по сравнению с нижней; а также некоторую специфику в строении и размерах коронок.

**Литература.** 1. Волосевич, Д. П. Макроморфологические особенности желудка американской норки разных генотипов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 4. – С. 161–164. 2. Волосевич, Д. П. Особенности макроморфологии кишечника американской норки различных генотипических окрасов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Экология и животный мир. – Минск, 2019. – № 2. – С. 78–82. 3. Квартникова, Е. Проблемы использования сухого корма для плотоядных пушных зверей / Е. Квартникова // Комбикорма. – 2017. – № 12. – С. 32–35. 4. Ревякин, И. М. Сравнительные морфофункциональные особенности плечевой кости и костей предплечья домашней кошки и американской норки / И. М. Ревякин, М. А. Хаткевич // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 1. – С. 46–50. 5. Ревякин, И. М. Морфофункциональная оценка мышц действующих на плечевой сустав у американской норки и домашней кошки в связи со способом хождения и образом жизни / И. М. Ревякин, М. С. Таканова // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2011. – Т. 47, вып. 1. – С. 289–293. 6. Ревякин, И. М. Дефекты волосяного покрова норок / И. М. Ревякин, В. А. Герасимчик // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 22. – С. 74–77. 7. Ревякин, И. М. Особенности диагностики и этиологии стрижки волосяного покрова норок / И. М. Ревякин // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2015. – № 1. – С. 43–47. 8. Сидорович, В. И. Норки, выдра, ласка и другие куньи / В. И. Сидорович. – Минск: Ураджай, 1995. – 191 с. 9. Стоматология собак / В. В. Фролов [и др.]. – Москва: Аквариум-Принт, 2006. – 288 с. 10. Терновский, Д. В. Биология куницеобразных / Д. В. Терновский. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1977. – 280 с.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 636.934.57:611.65/67

#### **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННИХ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ САМОК АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ ЦВЕТОВЫХ ТИПОВ САПФИР И ПАСТЕЛЬ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ**

**Ревякин И.М., Николаева В.Н.**

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

В настоящее время в звероводческих хозяйствах разводится большое количество генотипов норок, которые зачастую имеют разные показатели воспроизводства. Одной из причин этого могут

явиться особенности строения их половой системы. В связи с этим в статье в сравнительном аспекте рассмотрены основные морфометрические особенности внутренних половых органов самок американской норки генотипов сапфир и пастель. Установлено отсутствие достоверной разницы между ними. Наряду с этим выявлены некоторые тенденции, характерные для каждого генотипа. **Ключевые слова:** американская норка, половые органы, яичники, яйцеводы, матка, влагалище, преддверие влагалища.

## MORPHOMETRIC FEATURES OF FEMALE AMERICAN MINK COLOR TYPES OF SAPPHIRE AND PASTEL IN COMPARATIVE ASPECT

Reviakin I.M., Nikalayeva U.N.

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

*At present, a large number of genotypes of minks are bred in animal farms, which often have different rates of reproduction. One of the reasons for this may be the peculiarities of the structure of their sexual system. In this connection, the article, in a comparative aspect, deals with the main morphometric features of the internal genitals of female American mink genotypes sapphire and pastel. It has been established that there is no reliable difference between the two. In addition, some trends characteristic of each genotype have been identified. **Key-words:** American mink, genitals, ovaries, oviducts, uterus, vagina, vagina threshold.*

**Введение.** Основной объект пушного звероводства – американская норка – с морфологической точки зрения является довольно своеобразным видом. Наряду со способностью к существованию на суше, она хорошо плавает и ныряет, что нашло свое отражение в особенностях строения многих ее органов [4, 5]. В условиях клеточного промышленного разведения норка содержится без доступа к привычной для нее водной среде, что является одной из причин проявления ряда деструктивных изменений в органах. Прежде всего они затрагивают те системы, которые непосредственно соприкасаются с внешней средой. В частности, хорошо известна патология волосяного покрова неустановленной этиологии – «стрижка». Поскольку американскую норку разводят ради ценного меха, это явление привлекает к себе пристальное внимание исследователей [6, 7].

Органы же, которые непосредственного контакта с внешней средой не имеют, деструкции подвержены в меньшей степени. Среди них – половые органы. С практической точки зрения, целесообразность изучения данной системы обусловлена тем, что рентабельность любого звероводческого хозяйства зависит не только от качества и размера получаемой шкурковой продукции, но и от ее количества. Чем больше щенков рождается, тем больше будет получено меха.

С морфологической точки зрения, половые системы самцов и самок резко отличаются друг от друга. Из них органы самцов, более доступные для проведения морфологических исследований, изучены несколько лучше, чем у самок. Например, нами были выявлены характерные видоспецифические особенности одного из элементов этой системы – бакулюма [8].

Половая система самок устроена несколько проще. В связи с наличием большого количества жировых отложений вокруг ее внутренних органов, доступность ее хуже. Видимо поэтому в литературе содержится относительно мало сведений, касающихся ее морфологии. Основные публикации, в которых приводится ее описание, относятся к 60-м годам прошлого века [3, 9].

Несмотря на явную незавершенность исследований, некоторые авторы обратили внимание на характерные особенности органов у разных цветовых типов норок. Так, И.Ф. Тихонов отмечает, что вес правого яичника у белых норок на 17–18% больше, чем у стандартных, а вес рогов матки у голубых норок больше на 25–40%, чем у стандартных и белых [3]. На наш взгляд, такой подход к рассмотрению половой системы самок норки в определенной степени может оказаться полезным в раскрытии причин разницы в показателях воспроизводства у зверей разных комбинативных типов окраски, которых на сегодняшний день известно более 150. Из них 30 используются для клеточного разведения. Проведенные нами исследования желудков у норок шести разных генотипов на макро- и микроскопическом уровне выявили у них более или менее выраженные особенности, касающиеся как строения и формы органа, так и морфометрических параметров различных его элементов [1, 2].

В связи с вышеизложенным основной целью нашей работы явилось проведение сравнительного анализа основных анатомических и морфометрических особенностей внутренних половых органов самок у животных цветовых типов сапфир и пастель.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований явились животные в возрасте 8 месяцев, выращенные в условиях ПУП «Пинское зверохозяйство Белкоопсоюза». Материалом для исследований послужили их внутренние половые органы, полученные путем эвисцерации во время планового осеннего убоя. В каждой выборке было по 10 самок.

Исследования были проведены с применением методов анатомического препарирования и описания, а также классической морфометрии.

Весь цифровой материал был статистически обработан при помощи приложения Microsoft Excel, а также программы Statistica 6 с использованием критерия достоверности Стьюдента.

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований оказалось, что общий план строения внутренних половых органов самок американской норки соответствует таковому у многоплодных хищных млекопитающих. При этом у норок цветовой типа сапфир, по сравнению с норками пастель, при проведении анатомического описания ярких отличительных черт выявлено не было.

У обоих генотипов яичники, лежащие в яичниковой сумке, были овальной, слегка уплощенной формы и имели ровную поверхность бледно-красного цвета. Как следует из представленной таблицы 1, с учетом абсолютных размеров длина правого яичника норок пастель оказалась больше, чем у сапфировых норок – на 0,11 см., а толщина – на 0,06 см.

**Таблица 1 – Морфометрические параметры яичников у самок американской норки генотипов сапфир и пастель**

Параметры органов	Сапфир		Пастель	
	Абсолют., см	Относит., %	Абсолют., см	Относит., %
Длина правого яичника	0,84±0,026	2,47±0,103	0,95±0,049	2,12±0,418
Длина левого яичника	0,81±0,033	2,30±0,097	0,93±0,073	2,07±0,425
Толщина правого яичника	0,59±0,051	1,73±0,154	0,65±0,035	1,44±0,289
Толщина левого яичника	0,54±0,025	1,59±0,078	0,61±0,032	1,35±0,269

Аналогичные значения разницы для показателей левого яичника оказались на уровне 0,12 и 0,07 см, соответственно. При этом мы обратили внимание, что при сопоставлении относительных показателей органа (по отношению к длине тела) картина меняется на диаметрально противоположную. У норок пастель длина правого яичника, по сравнению с норками цветовой типа сапфир, уменьшена на 0,35%, а толщина – на 0,29%. Для левого наблюдалась та же тенденция (0,23% и 0,24%, соответственно).

Ситуацию, возникшую с разнонаправленностью разницы между абсолютными и относительными параметрами яичников, на наш взгляд, можно объяснить неоднородностью выборок. Самки генотипа пастель были крупнее. Исходя из этого, можно предположить, что размеры яичников практически не связаны с размерами зверей.

Второй, общей для обеих выборок, морфометрической особенностью яичников явилось превалирование размеров правого из них над левым. В частности, для норок сапфир разница в длине органов составила 0,03 см, или 0,17%, а для самок пастель – 0,02 см, или 0,05%. Аналогичные значения разницы для показателя толщины – 0,02 см, или 0,14% и 0,04 см, или 0,09%, соответственно.

Вместе с тем во всех приведенных случаях ни одна из выявленных разниц статистически достоверной не является. Несмотря на это, на наш взгляд, обозначенные закономерности можно принимать в расчет как тенденции. При этом тенденция к укрупнению правого яичника, по сравнению с левым, у пастелевых норок выражена четче.

Яичники посредством яйцевода и связок соединяются с маткой, которая у норок типично двурогого типа. Ее прямые рога, как и тело, лежат в брюшной полости. Длина и диаметр рогов у зверей рассматриваемых цветовых типов являются практически одинаковыми (таблица 2). Так, показатель длины для правого рога у сапфировых норок меньше, чем у пастелевых, всего на 0,02 см, а его диаметр в средней части, напротив, превышает аналогичную величину на 0,04 см. Левый же рог, наоборот, у генотипа сапфир с несколько большей разницей в 0,19 см длиннее, чем у норок пастель, а диаметр - на 0,01 см меньше. При сопоставлении относительных показателей тенденции несколько изменились. Правый рог у норок сапфир оказался на 0,53% длиннее и на 0,14% толще, чем у норок пастель. Разница в длине левого рога составила 1,14% в пользу сапфировых норок. Диаметр же, наоборот – на 0,38% меньше.

**Таблица 2 – Морфометрические параметры матки, влагалища и преддверия влагалища у самок американской норки генотипов сапфир и пастель**

Параметры органов	Сапфир		Пастель	
	Абсолют., см	Относит., %	Абсолют., см	Относит., %
Длина правого рога матки	4,97±0,141	14,66±0,321	4,99± 0,282	14,13±0,712
Длина левого рога матки	5,37±0,187	15,83±0,460	5,18±0,354	14,69±0,945
Диаметр правого рога матки	0,21±0,010	0,62±0,032	0,17±0,022	0,48±0,066
Диаметр левого рога матки	0,19±0,013	0,55±0,036	0,20±0,016	0,57±0,050
Длина тела матки	1,79±0,084	5,30±0,259	2,07±0,110	5,89±0,327
Диаметр тела матки	0,22±0,015	0,59±0,007	0,30±0,033	0,77±0,075
Длина влагалищной части шейки	0,70±0,027	2,07±0,077	0,59±0,111	1,64±0,294
Диаметр влагалищной части шейки	0,51±0,031	1,50±0,091	0,55±0,032	1,50±0,092
Длина влагалища	2,41±0,073	6,99±0,227	2,47±0,157	7,15±0,990
Диаметр влагалища	0,44±0,027	1,26±0,086	0,49±0,034	1,26±0,191
Длина преддверия влагалища	1,73±0,069	5,30±0,240	1,54±0,107	3,83±0,543
Диаметр преддверия влагалища	0,58±0,018	1,67±0,068	0,61±0,037	1,50±0,209

Общей чертой для обеих выборок является асимметрия в длине рогов при доминировании левого рога. Для самок генотипа сапфир выявленная разница составила 0,40 см, или 1,17%, а для пастель – 0,19 см, или 0,56%.

Тело матки, по сравнению с рогами у американской норки, является сильно укороченным. Его длина (вместе с маточной частью шейки) у зверей цветового типа сапфир в абсолютных значениях оказалась короче, чем у норок пастель, на 0,28 см, а диаметр в средней части – на 0,08 см. Аналогичная разница в относительных величинах составила 0,59% и 0,18%, соответственно.

На фоне уменьшенного тела матки у самок сапфир ее влагалищная часть шейки, по сравнению с аналогичной частью матки норок пастель, напротив, оказалась длиннее на 0,11 см, или на 0,43%. Диаметр же в этом случае при равных относительных величинах уступил 0,04 см.

В целом, подводя итоги морфометрическим особенностям элементов маток у зверей рассматриваемых генотипов, следует подчеркнуть, что во всех случаях, где имеется разница, как и в отношении яичников, статистически достоверной она не является.

Различия в метрических величинах между двумя выборками половых органов самок, лежащих в тазовой полости, также не несут достоверной разницы. Существует лишь тенденция к укрупнению влагалища у норок пастель. Данный орган у этих зверей на 0,06 см, или на 0,16%, длиннее и на 0,05 см при равных относительных величинах шире, чем влагалище у норок сапфир.

В отличие от влагалища, его преддверие с разницей 0,19 см, или 1,47%, длиннее у самок генотипа сапфир. В то же время у пастелевых норок оно на 0,03 см шире. Хотя относительный диаметр органа у них на 0,17 меньше.

**Заключение.** Таким образом, проведенное нами сравнительно-морфометрическое исследование внутренних половых органов самок норок двух генотипов – сапфир и пастель, не выявило статистически значимой разницы между ними. Тем не менее нами были выявлены размерные тенденции, которые, вероятнее всего, могли бы быть достоверными при увеличении количества особей в выборках.

**Литература.** 1. Волосевич, Д. П. Макроморфологические особенности желудка американской норки разных генотипов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 4. – С. 161–164. 2. Волосевич, Д. П. Особенности микроморфологии слизистой оболочки желудка у американской норки разных генотипов / Д. П. Волосевич, И. М. Ревякин // Ветеринарный журнал Беларуси. – Витебск, 2019. – №1 (10). – С. 19–22. 3. Тихонов, И. Ф. К вопросу об анатомическом строении органов размножения норок / И. Ф. Тихонов // Ученые записки Петрозаводского государственного университета им. О.В. Куусинена. – Петрозаводск, 1964. – Т. 12, вып. 2. – С. 77–83. 4. Ревякин, И. М. Сравнительные морфофункциональные особенности плечевой кости и костей предплечья домашней кошки и американской норки / И. М. Ревякин, М. А. Хаткевич // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 1. – С. 46–50. 5. Ревякин, И. М. Морфофункциональная оценка мышц действующих на плечевой сустав у американской норки и домашней кошки в связи со способом хождения и образом жизни / И. М. Ревякин, М. С.

Таканова // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2011. – Т. 47, – № 1. – С. 289–293. 6. Ревякин, И. М. Особенности диагностики и этиологии стрижки волосяного покрова норок / И. М. Ревякин // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2015. – № 1. – С. 43–47. 7. Ревякин, И. М. Дефекты волосяного покрова норок / И. М. Ревякин, В. А. Герасимчик // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 22. – С. 74–77. 8. Ревякин, И. М. Анатомо-морфометрические особенности бакулюма клеточной американской норки / И. М. Ревякин, В. Ю. Задонская // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2017. – Т. 53, вып. 4. – С. 145–149. 9. Сайко, С. Г. Морфологические особенности яичников, яйцепроводов и матки американской норки в период анэструса / С. Г. Сайко // Актуальные вопросы видовой и возрастной морфологии животных и птиц: сборник статей / Уральский государственный институт ветеринарной медицины. – Троицк, 1999. – С. 44–45.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 636.085.3

### **БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ФОНЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ И ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ДРОЖЖЕВЫХ КОРМОВ С ПРОБИОТИЧЕСКИМИ КУЛЬТУРАМИ**

**Соболев Д.Т., Соболева В.Ф.**

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

*В статье приводятся результаты исследований показателей белкового и минерального обмена в сыворотке крови телят при использовании в их рационах молочнокислых и ферментированных дрожжевых кормов с пробиотическими культурами. У телят, участвовавших в опыте, отмечалась активизация роста и развития, что отразилось в достоверном повышении в сыворотке крови от 13 до 20% содержания общего белка и альбуминов. Показатели остаточного азота крови достоверно снижались в 1,5-2 раза по сравнению с контролем, что также положительно характеризует как уровень белкового обмена, так и фильтрационную работу почек. **Ключевые слова:** молодой крупный рогатый скот, минералы, пробиотические культуры, белок, альбумин, креатинин, мочевины.*

### **PROTEIN METABOLISM IN YOUNG CATTLE AGAINST THE BACKGROUND OF THE USE OF LACTIC ACID AND FERMENTED YEAST FEEDS WITH PROBIOTIC CULTURES**

**Sobolev D.T., Soboleva V.F.**

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

*The article presents the results of studies of indicators of protein and mineral metabolism in the blood serum of calves when using lactic acid and fermented yeast feeds with probiotic cultures in their diets. The calves who participated in the experiment showed increased growth and development, which was reflected in a significant increase in the serum content of total protein and albumins from 13 to 20%. Indicators of residual blood nitrogen significantly decreased by 1,5-2 times compared to the control, which also positively characterizes both the level of protein metabolism and filtration work of the kidneys. **Keywords:** young cattle, minerals, probiotic cultures, protein, albumin, creatinine, urea.*

**Введение.** В тонком отделе кишечника телят доминирующими являются энтеробактерии, стрептококки и лактобациллы, при этом большое разнообразие бактерий присутствует и в толстом отделе кишечника. Переход от материнского молока на рацион с высоким содержанием сложных углеводов и протеинов оказывает выраженное влияние на популяцию бактерий. Популяция микрофлоры сильно зависит от баланса между бактериями и составом рациона в качестве источника доступных субстратов для микроорганизмов. Существенное влияние на это оказывает наличие и доступность в рационе минеральных веществ и витаминов, их правильное соотношение [1, 2, 4, 6-11].

Болезни желудочно-кишечного тракта молодняка в результате изменения защитных механизмов, выполняющих барьерную функцию кишечника и дисбактериоза, занимают второе место после вирусных и являются основной причиной их гибели [2, 4]. Становление физиологически полезной микрофлоры для телят является определяющим для дальнейшего приучения к грубым и силосованным кормам, формирования и развития преджелудков. Это позволит создать нужный микробиоценоз, правильную рубцовую ферментацию и брожение [12-19]. В последние годы по причине запрета на использование антибиотиков в кормлении животных актуальное значение имеет разработка и использование новых форм пробиотических препаратов как экологически чистых, безвредных для людей и животных продуктов.

Целью наших исследований явилось определить влияние пробиотических культур в составе кисломолочных и сухих ферментированных дрожжевых кормов на показатели белкового и минерального обмена в сыворотке крови у молодняка крупного рогатого скота.

**Материалы и методы исследований.** Для достижения поставленной цели нами были проведены в СПК «Ольговское» 2 серии опытов. Для первой серии опытов было подобрано 2 группы телят по 10 голов в возрасте 7-15 дней методом пар – аналогов [5]. Данным телятам скармливали бактериальную молочнокислую кормовую добавку, содержащую специально отселекционированные молочнокислые бактерии с высоким биосинтетическим потенциалом метаболитов. Добавка скармливалась телятам опытной группы 3-кратно в течение суток вместе с молоком в количестве 1% от массы молока под контролем ветврача хозяйства. Смесь добавки с молоком перемешивали и выдерживали при температуре 25° С в течение 12-14 часов.

Для второй серии опытов использовался сухой ферментированный дрожжевой корм (фракция 1). Для опыта также было подобрано 2 группы телят в возрасте 7-15 дней методом пар – аналогов, в количестве по 10 голов в каждой. Добавка скармливалась телятам опытной группы вместе с концентратами в количестве 1% от массы комбикорма. Рацион телят включал молоко, сено и комбикорм КР-2. Молочнокислые и ферментированные дрожжевые корма с пробиотическими культурами разработаны институтом микробиологии НАН Беларуси.

Органический состав добавки следующий: сырой протеин – не менее 40%, сырой жир – 2,8%, углеводы – 4,1%. Аминокислотный состав (% по массе на абсолютно сухое вещество): лизин – 6,34, метионин – 1,49, триптофан – 0,58, гистидин – 2,06, треонин – 2,29, аргинин – 0,94, валин – 3, тирозин – 3,8, фенилаланин – 2,41, изолейцин – 3,1, лейцин – 4,26.

На 35-й день у телят всех групп, участвовавших в опыте, брали кровь из яремной вены. Сыворотку крови у телят получали общепринятыми методами. В сыворотке крови определяли концентрацию общего белка, альбумина, мочевины, мочевой кислоты, креатинина, кальция, фосфора, железа. Определения проводились по общепринятым методикам с использованием автоматического биохимического анализатора с помощью стандартных наборов реактивов.

Биометрическую обработку полученного цифрового материала проводили с помощью программного средства Microsoft Excel и программы «Биолстат». Определялась средняя арифметическая и ее стандартная ошибка ( $M \pm m$ ), коэффициент вариации ( $C_v$ ), среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ), уровень значимости критерия достоверности выражали –  $*p \leq 0,05$ ;  $**p \leq 0,01$ ;  $***p \leq 0,001$ . Для определения доли влияния учтенного изучаемого фактора на варьирование метаболических показателей ( $\eta^2_x$ ), установления уровня значимости для критерия достоверности данного влияния мы использовали однофакторный дисперсионный анализ с расчетом критерия Фишера –  $F_{эмп}$  [3].

**Результаты исследований.** В таблице 1 представлены показатели белкового и минерального обмена в сыворотке крови телят на фоне использования бактериальной молочнокислой кормовой добавки.

**Таблица 1 – Биохимические показатели сыворотки крови телят при использовании бактериальной молочнокислой кормовой добавки**

Группы животных	Показатели				
	$M \pm m$	$\sigma$	$C_v$	$\eta^2_x$	$F_{эмп}$
Общий белок, г/л					
1-я группа (контроль)	60,49±0,55	1,74	8,61	0,084	15,18**
2-я группа	68,34±1,94*	6,13	26,89		
Альбумин, г/л					
1-я группа (контроль)	32,79±0,80	2,52	7,68	0,129	23,25**
2-я группа	38,18±0,78**	2,47	6,47		
Мочевина, ммоль/л					
1-я группа (контроль)	5,51±1,08	1,41	25,59	0,039	7,03*
2-я группа	2,62±0,14*	0,43	16,41		
Креатинин, мкмоль/л					
1-я группа (контроль)	99,93±6,18	19,55	19,56	0,016	2,79
2-я группа	67,63±1,86**	5,88	8,69		
Са, ммоль/л					
1-я группа (контроль)	2,31±0,05	0,41	17,75	0,164	29,52***
2-я группа	2,75±0,06	0,20	7,27		
Р, ммоль/л					
1-я группа (контроль)	2,92±0,16	0,49	16,78	0,008	0,1518
2-я группа	2,82±0,19	0,61	21,63		
Fe, мкмоль/л					
1-я группа (контроль)	92,53±8,14	32,29	8,36	0,087	3,70
2-я группа	102,32±9,06	14,82	12,85		

Примечания: \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$  (уровни значимости для критерия достоверности и критерия Фишера).

При анализе данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод, что концентрация общего белка и альбумина в сыворотке крови телят опытной группы на 13% и 16% достоверно превышала показатели телят контрольной группы. При этом уровень мочевины в сыворотке крови у данных телят был ниже контрольных значений более чем в 2 раза, а содержание креатинина – в 1,5 раза ( $p \leq 0,01$ ). Концентрация кальция, фосфора и железа в сыворотке крови у телят обеих групп, участвовавших в опыте, существенно не различалась и соответствовала физиологической норме.

В таблице 2 приводятся некоторые аналогичные показатели в сыворотке крови телят на фоне использования сухого ферментированного дрожжевого корма.

**Таблица 2 – Биохимические показатели сыворотки крови телят при использовании сухого ферментированного дрожжевого корма**

Группы животных	Показатели				
	M±m	$\sigma$	$C_v$	$\eta_x^2$	$F_{эмп.}$
	Общий белок, г/л				
1-я группа (контроль)	56,10±1,41	4,44	7,91	0,197	35,47***
2-я группа	64,77±0,38*	1,21	1,87		
	Альбумин, г/л				
1-я группа (контроль)	26,45±0,58	1,83	6,92	0,313	56,34***
2-я группа	31,92±0,45**	1,41	4,42		
	Мочевина, ммоль/л				
1-я группа (контроль)	3,01±0,37	1,16	38,54	0,072	12,98**
2-я группа	1,65±0,09**	0,29	17,58		
	Креатинин, мкмоль/л				
1-я группа (контроль)	100,97±6,04	19,11	18,93	0,012	2,24
2-я группа	66,36±2,16*	6,82	10,28		
	Ca, ммоль/л				
1-я группа (контроль)	2,78±0,02	0,07	2,52	0,326	58,63***
2-я группа	3,05±0,03*	0,09	2,96		
	P, ммоль/л				
1-я группа (контроль)	2,37±0,08	0,24	10,13	0,297	53,44***
2-я группа	1,78±0,13	0,08	4,49		
	Fe, мкмоль/л				
1-я группа (контроль)	86,53±10,21	32,29	37,32	0,087	15,70**
2-я группа	200,62±11,07	34,99	17,44		

Примечания: \* $p \leq 0,05$ ; \*\* $p \leq 0,01$ ; \*\*\* $p \leq 0,001$  (уровни значимости для критерия достоверности и критерия Фишера).

Данные, представленные в таблице 2, показывают, что уровень общего белка и альбумина у телят опытной группы вновь был достоверно выше, чем в контроле на 16% и 20% соответственно. Концентрация мочевины у телят опытной группы была ниже, чем в контроле в 1,8 раза ( $p \leq 0,01$ ). Уровень креатинина у данных телят в эти сроки также был в 1,5 раза достоверно ниже контрольных значений. При изучении содержания кальция можно сделать вывод, что концентрация кальция у телят 2 группы (опыт) была на 10% ( $p \leq 0,05$ ) выше, чем в контроле. Достоверных различий в содержании фосфора в группах, участвовавших в опыте, не было. Уровень железа в сыворотке крови телят 2 группы (опыт) был существенно выше, чем в контроле, но эти изменения не были достоверными.

**Заключение.** Биохимические показатели сыворотки крови телят при введении в их рационы молочнокислых и ферментированных дрожжевых кормов с пробиотическими культурами свидетельствуют об активизации у них анаболических процессов, что отразилось в достоверном повышении содержания общего белка и альбуминов в сыворотке крови от 13 до 20%. Показатели остаточного азота крови (мочевина и креатинин) в опытных группах достоверно снижались в 1,5-2 раза по сравнению с контролем, что также положительно характеризует как уровень и интенсивность белкового метаболизма, так и фильтрационную работу почек. При этом

проведенный однофакторный межгрупповой дисперсионный анализ выявил достоверную зависимость показателей белкового обмена и остаточного азота с долей учтенного фактора от 15 до 56%.

Исследованные показатели минерального обмена (кальций, фосфор и железо сыворотки крови) у всех телят, участвовавших в опыте, находились в границах физиологической нормы. Отмеченные повышения концентрации указанных минералов в сыворотке крови телят опытных групп в основном не были достоверными.

**Литература.** 1. Абрамов, С. С. Динамика некоторых показателей минерального и витаминного обмена у высокопродуктивных коров при лечении внутренней полиморбидной патологии / С. С. Абрамов, Е. В. Горидовец, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2017. – Т. 53, вып. 3. – С. 3–6. 2. Будь здорова, кормилица корова: научно-практическое пособие / А. М. Лапотко [и др.]. – Орел, 2017. – 410 с. 3. Вишневец, А. В. Биометрия в животноводстве / А. В. Вишневец, В. Ф. Соболева, Т. В. Видасова. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 44 с. 4. Нормы кормления и рационы для высокопродуктивных животных / Н. А. Шарейко [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2013. – 90 с. 5. Пахомов, И. Я. Основы научных исследований в животноводстве и патентоведения / И. Я. Пахомов, Н. П. Разумовский. – Витебск: ВГАВМ, 2007. – 113 с. 6. Позывайло, О. П. Биохимия водно-минерального обмена / О. П. Позывайло, Д. В. Елисейкин, Д. Т. Соболев. – Витебск: ВГАВМ, 2007. – 27 с. 7. Разумовский, Н. П. Применение дефеката в рационах молодняка крупного рогатого скота / Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 3. – С. 108–110. 8. Динамика активности индикаторных ферментов и уровень билирубина в сыворотке крови коров при использовании в их рационах водорастворимых витаминов / Н. П. Разумовский [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2019. – Т. 55, вып. 2. – С. 171–174. 9. Разумовский, Н. П. Магний в питании коров / Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 9. – С. 35–36. 10. Разумовский, Н. П. Местные источники минерального сырья в рационах коров / Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев // Животноводство России. – 2018. – № 9. – С. 43–48. 11. Разумовский, Н. П. Эффективность использования адресных рецептов комбикормов и премиксов для коров на основе местного сырья / Н. П. Разумовский, И. Я. Пахомов, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2013. – Т. 49, вып. 2. – С. 231–235. 12. Соболев, Д. Т. Использование биоконсерванта «Лаксил» для консервирования трудносилосуемых растений и зеленой массы кукурузы / Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2015. – Т. 51, вып. 1, ч. 1. – С. 101–104. 13. Соболев, Д. Т. Использование биоконсерванта «Лактофлор-фермент» для приготовления силоса из кукурузы / Д. Т. Соболев, В. Ф. Соболева // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2016. – Т. 52, вып. 1, ч. 2. – С. 146–149. 14. Соболев, Д. Т. Нормализация обмена веществ у лактирующих коров адресными комбикормами и премиксами / Д. Т. Соболев, М. В. Базылев, Е. А. Левкин // Зоотехническая наука Беларуси: сборник научных трудов / РУП НПЦ НАНБ по животноводству. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 273–279. 15. Соболев, Д. Т. Показатели белкового и углеводного обменов в сыворотке крови коров при использовании в их рационах премикса, обогащенного ниацином, биотином и цианкобаламином / Д. Т. Соболев, Н. П. Разумовский, В. Ф. Соболева // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 3. – С. 47–50. 16. Показатели липидного, углеводного и минерального обмена в сыворотке крови коров при использовании в их рационах премикса, обогащенного ниацином, биотином и цианкобаламином / Д. Т. Соболев [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – № 4 (5). – С. 87–93. 17. Соболев, Д. Т. Сравнительный анализ эффективности биоконсервантов для приготовления силоса из кукурузы / Д. Т. Соболев, Н. П. Разумовский, В. Ф. Соболева // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 2. – С. 119–122. 18. Соболев, Д. Т. Эффективность использования биологического консерванта «Силлактим» при заготовке силосованных кормов / Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2014. – Т. 50, вып. 2, ч. 1. – С. 324–327. 19. Шарейко, Н. А. Биологический консервант «Лактофлор» эффективен при силосовании травяных кормов / Н. А. Шарейко, Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 8. – С. 57–59.

Поступила в редакцию 26.03.2020 г.

УДК 616.5:577.125:57.034

## ВЛИЯНИЕ ЛЬНЯНОГО МАСЛА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭПИДЕРМИСА, САЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ И ГИПОДЕРМЫ КРЫС ПРИ ТЕМНОВОЙ ДЕПРИВАЦИИ

Соболевская И.С., Мяделец О.Д.

УО «Витебский государственный медицинский университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

*При темновой депривации наблюдаются: увеличение содержания поверхностных липидов кожи и липидов всех слоев эпидермиса; увеличение количества сальных желез при уменьшении ширины их концевых отделов, а также глубины залегания их в дерме; возрастание диаметра адипоцитов дермы и гиподермы. Употребление животными льняного масла, на фоне темновой депривации приводит к: постепенному возвращению уровня поверхностных липидов кожи и липидов эпидермиса к нормальным значениям; оптимизации глубины залегания сальных желез, ширины их концевых отделов и диаметров адипоцитов дермы и гиподермы.*

*Употребление льняного масла на фоне темновой депривации приводит к нормализации всех исследуемых показателей, а корригирующее действие льняного масла проявляется в тенденции к нормализации морфофункциональных изменений в общем покрове при десинхронозе. **Ключевые слова:** кожа, темновая депривация, льняное масло, эпидермис, сальные железы, гиподерма.*

## SPECIFIC EFFECTS OF LINSEED OIL ON MORPHOMETRIC PARAMETERS EPIDERMIS, SEBACEOUS GLANDS, HYPODERMIS DURING DARK DEPRIVATION

Sobolevskaya I.S., Myadelets O.D.

Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

*During dark deprivation we observed: an increase in the content of surface skin lipids and lipids of all layers of the epidermis; an increase in the number of sebaceous glands, with a decrease in the width of their end sections, as well as their depth in the dermis; an increase in the diameter of the adipocytes of the dermis and hypodermis. Animal consumption of linseed oil, against the background of dark deprivation, leads to a gradual return of the level of skin surface lipids and epidermal lipids to normal values; optimizing the depth of the sebaceous glands, the width of their end sections and the diameters of the adipocytes of the dermis and hypodermis.*

*The use of linseed oil against the background of dark deprivation leads to the normalization of all the studied parameters, and the corrective effect of linseed oil is manifested in a tendency to normalize morphofunctional changes in the integumentary system during desynchronosis. **Keywords:** skin, dark deprivation, linseed oil, epidermis, sebaceous glands, hypodermis.*

**Введение.** Общему покрову человека и животных принадлежит значительная часть тканевого метаболизма липидов. В коже выделяют единый комплекс структур, которые активно синтезируют, накапливают и секретируют жиры (эпидермис, сальные железы и адипоциты). При этом они тесно взаимосвязаны между собой и представляют единую морфофункциональную систему, которая, в свою очередь, обеспечивает многие естественные функции и косметические свойства кожи, а любое нарушение работы данной системы способствует возникновению и обострению дерматозов [5, 6, 8].

Учитывая тот факт, что общий покров, занимая пограничное положение, постоянно подвергается воздействию факторов внешней среды, многие процессы, протекающие в коже, централизованно регулируются и синхронизируются (гидратация, обмен липидов, трансэпидермальная потеря воды, капиллярный кровоток, выработка себума, температура, pH, скорость пролиферации кератиноцитов и др.) [2, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

При этом нарушение синхронизации (например, при постоянном воздействии света) приводит к дезадаптации всего организма на физиологическом и биохимическом уровнях, а в общем покрове – к серьезным расстройствам метаболических процессов и возникновению некоторых кожных патологий, таких как псориаз и экзема [4, 9]. Таким образом, хронодеструкция в целом является многофакторным, многосторонним и многоуровневым процессом, оказывающим непосредственное воздействие на функционирование общего покрова. При этом отсутствуют детальные морфофункциональные данные влияния десинхроноза на кожу, использование которых в комплексе с биохимическими и другими исследованиями позволит более глубоко раскрыть этиологию и патогенез многих заболеваний, связанных с нарушением обмена липидов, и изучить некоторые свойства общего покрова в совершенно новом ключе.

Перспективным подходом к решению данной проблемы является поиск безопасного и эффективного препарата, способного предотвратить изменения и нормализовать липидный метаболизм в общем покрове. Такими свойствами обладают некоторые препараты природного происхождения, например, растительные масла (льняное, оливковое, амарантовое, масло грецкого ореха и др.). В настоящее время доказано их определенное липид-корректирующее действие. Особый интерес представляют масла, которые содержат незаменимые жирные

кислоты, не синтезируемые в организме человека: линолевая,  $\alpha$ -линоленовая и  $\gamma$ -линоленовая. В этом отношении уникальным является жирнокислотный состав льняного масла: максимальное содержание  $\alpha$ -линоленовой кислоты. В состав этого масла входят также олеиновая, пальмитиновая, линолевая и стеариновая кислоты. Причем только в льняном масле полиненасыщенные незаменимые жирные кислоты линолевая и  $\alpha$ -линоленовая содержатся в оптимальном для организма человека соотношении 1:1, а 3-полиненасыщенной линоленовой жирной кислоты (омега-3) в нем почти в 2 раза больше чем, например, в рыбьем жире. При этом имеются положительные эффекты от употребления в пищу льняного масла: оно способствует нормализации липидного обмена, улучшает функциональное состояние многих систем организма и усиливает регенерацию тканей [1, 3, 7].

Выявление биологических свойств льняного масла и обоснование целесообразности его использования для нормализации метаболизма липидов в коже может существенно повысить эффективность решения актуальной социальной и медико-биологической проблемы – коррекции и профилактики разнообразных патологических изменений общего покрова.

Таким образом, изучение морфофункциональных особенностей влияния десинхроноза на общий покров, а также поиск возможных путей их коррекции является актуальным как с позиции углубления знаний о формировании патологии кожи и ее производных, так и в прикладном аспекте, который включает поиск препаратов, способных предотвратить изменения, вызванные хронодеструкцией.

**Материалы и методы исследований.** В экспериментах были использованы 70 белых беспородных крыс-самцов с исходной массой тела 170-220 граммов. Выбор животных продиктован особенностями выбранного методологического подхода к решению поставленных цели и задач.

Животные содержались в стандартных условиях вивария учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» по 5-6 особей в клетке. Все манипуляции с животными проводились в соответствии с требованиями: «Европейской Конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (Страсбург, 18.03.1986, ETS № 123); Директивы Совета ЕЭС от 24.11.1986, рекомендаций FELASA Working Group Report (1994-1996), Хельсинской декларации (2008); «Правил лабораторной практики РБ»; методических указаний «Положение о порядке использования лабораторных животных в научно-исследовательских работах и педагогическом процессе учреждения образования «Витебский государственный медицинский университет».

Подопытные животные в соответствии со схемой эксперимента случайным образом были разделены на 3 группы:

группа 1 – интактная (n=10) - животные, находящиеся в условиях стандартного фиксированного освещения (12 ч свет/12 ч темнота);

группа 2 – животные с моделированием темновой депривации в условиях круглосуточного освещения (24 ч свет) (n=30);

группа 3 – животные с моделированием темновой депривации в условиях круглосуточного освещения (24 ч свет), которым перорально через зонд с оливой (для предотвращения травмирования стенки пищевода) вводили льняное масло, начиная с 1-х сут. эксперимента (n=30).

Льняное масло вводили в утренние часы перорально через зонд в количестве 0,2 мл/сут в течение 21 дня. Выбор оптимальной терапевтической разовой дозы льняного масла основывался на дозировках, используемых в ряде аналогичных экспериментальных работ [1, 3].

Для изучения динамики изменений морфометрических показателей в общем покрове животных выводили из эксперимента поэтапно (через 7, 14 и 21 сут. от начала эксперимента) путем декапитации в состоянии кратковременного эфирного наркоза.

После декапитации животных производили забор фрагментов кожи межлопаточной области размером 2x2 см. Образцы кожи фиксировали в кальций-формоле. Гистологические срезы изготавливали с помощью замораживающего микротомы Leica (Leica-microsystems, Германия) при  $-26^{\circ}\text{C}$  и окрашивали красителем Жировой красный О (Oil Red, Sigma-Aldrich, США) для выявления липидов с последующей окраской гематоксилином Майера.

Полученные гистологические препараты изучали с помощью светового микроскопа Leica DM 2000 (Leica-microsystems, Германия) с видеопроекционной системой с использованием прикладной морфометрической программы Leica «LAS V3.6». Оценку морфологических признаков проводили на светооптическом уровне при увеличении x100, x200, x400 и x630.

При морфометрическом исследовании сальных желез по каждому гистологическому препарату оценивали: глубину залегания сальных желез в дерме (мкм); ширину концевых (секреторных) отделов сальных желез (мкм).

При исследовании гиподермы определяли диаметр адипоцитов подкожной основы и дермы (мкм) путем измерения диаметров клеток по каждому гистологическому препарату.

При морфологическом и морфометрическом исследовании эпидермиса визуально оценивали интенсивность окраски слоев эпидермиса на липиды. Результаты выражали в условных единицах (полуколичественный метод) по общепринятой пятибалльной системе (0 – отсутствие окраски, 1 – слабая, 2 – умеренная, 3 – высокая, 4 – максимальная степень окраски).

Всю статистическую обработку данных проводили с использованием методов непараметрической статистики с помощью программы «Statistica 10.0» (StatSoft inc., STA999K347156-W). Проверку статистических гипотез равенства средних генеральной совокупности проводили с помощью критериев U (Манна-Уитни), W (Уилкоксона) и H (Краскела-Уоллиса) при принятом уровне значимости  $\alpha=0,05$ . Результаты в тексте представляли в виде средней (M) и 95% доверительного интервала (95% CI).

**Результаты исследований.** При обзорном исследовании гистологических срезов кожи, окрашенных красителем жировой красной O, липиды выявлялись как в эпидермисе, так и на его поверхности, причем отчетливо определялись 6 зон их локализации. Первая зона окрашивалась наиболее интенсивно и была представлена пленкой липидов кожного сала (поверхностные липиды кожи, ПЛК), вторая и третья – липидами рогового слоя (поверхностные (ПСРС) и глубокие (ГСРС) слои рогового слоя). Четвертая зона располагалась в зернистом слое, пятая и шестая – в шиповатом и базальном слоях соответственно.

Данные количества ПЛК и эпидермальных липидов в норме и при воздействии темновой депривации представлены на рисунке 1. В результате исследований установлено, что на 7-е сут. эксперимента количество ПЛК незначительно снижалось по сравнению с контрольной группой и составляло 1,40 (95% ДИ: 0,72–2,08) усл.ед. ( $p>0,05$ ). При этом на 14-е сут. эксперимента наблюдалось увеличение интенсивности окраски липидов этой группы как по сравнению с контролем (в 1,58 раза,  $p=0,043$ ), так и по сравнению с предыдущим сроком наблюдения (в 2,14 раза,  $p=0,043$ ). На 21-е сут. количество ПЛК оставалось на довольно высоком уровне. Наблюдалось лишь незначительное снижение этого показателя на 13,33% по отношению к группе на 14-е сут.

Как хорошо видно на рисунке 1, количество липидов поверхностных и глубоких зон рогового слоя эпидермиса постепенно увеличивалось на протяжении всего эксперимента. На 21-е сут эти показатели были в 1,58 раза ( $p=0,043$ ) и 1,89 раза ( $p=0,043$ ) больше контрольных значений в исследуемых слоях эпидермиса соответственно.

Проведенный анализ данных количества липидов зернистого слоя эпидермиса кожи крыс, которые подвергались воздействию темновой депривации, показал, что на протяжении 14 сут. эксперимента интенсивность окраски не менялась. Однако на 21-е сут. отмечалось резкое увеличение исследуемого показателя в 2,6 раза ( $p=0,043$ ).

Интересную динамику интенсивности окраски липидов можно было наблюдать и в шиповатом слое. Так, на 14-е сутки исследования в этой области липиды не визуализировались, тогда как на 21-е сут. их количество резко возрастало и составляло 1,60 (95% ДИ: 0,92 – 2,28) усл. ед.

Следует отметить, что в базальном слое контрольной группы и групп животных с темновой депривацией на протяжении всего эксперимента липиды визуально не выявлялись.

На рисунке 1 хорошо видно, что содержание липидов во всех слоях эпидермиса на протяжении всего эксперимента имеет тенденцию к увеличению по сравнению с контрольной группой.

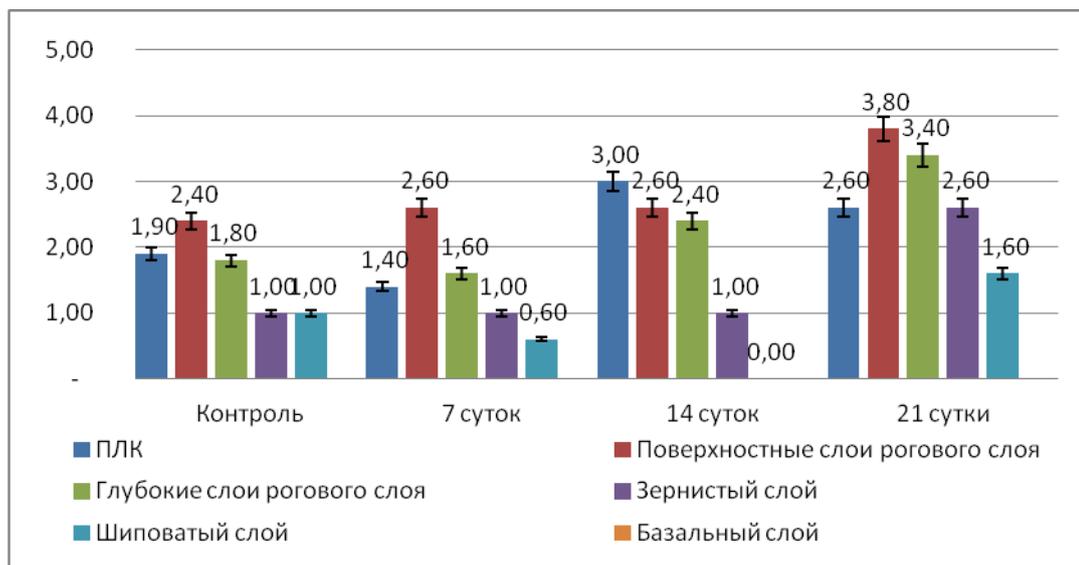
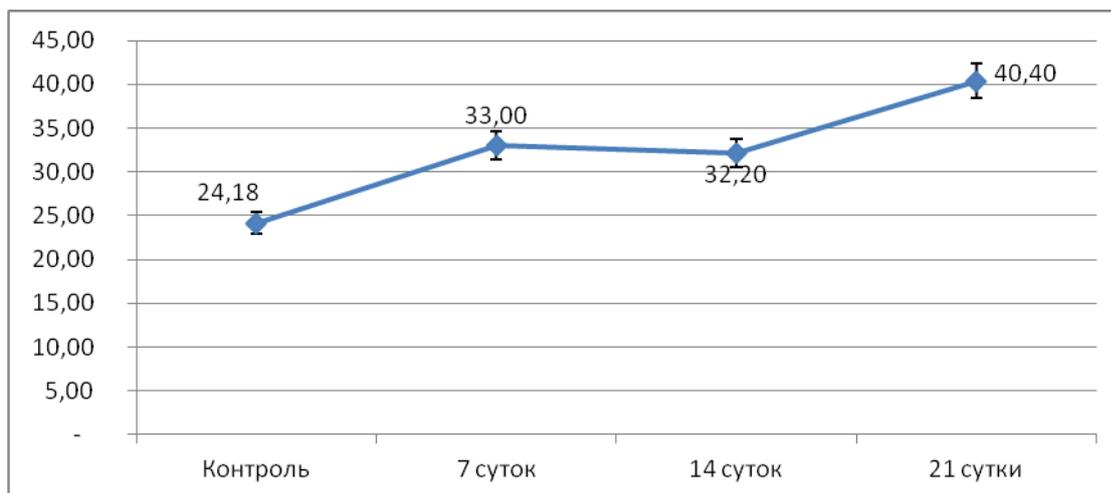


Рисунок 1 – Количество ПЛК и липидов эпидермиса при темновой депривации (усл.ед.)

Таким образом, содержание ПЛК и эпидермальных липидов у животных, подвергшихся хронической депривации, имело отчетливые различия по сравнению с интактными животными. Эти различия, вероятно, связаны с истощением компенсаторно-приспособительных реакций общего покрова.

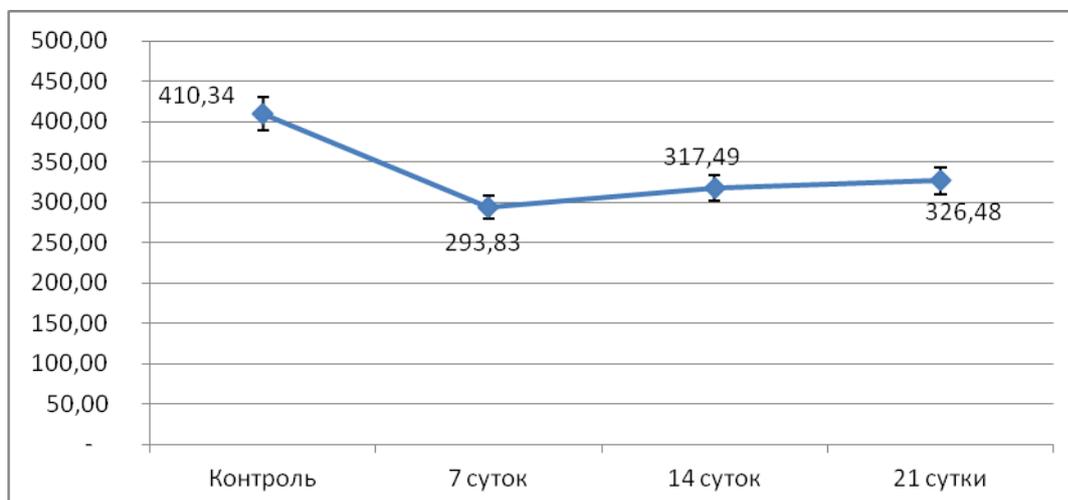
Анализируя морфометрические показатели сальных желез у животных, подвергшихся воздействию темновой депривации, были выявлены определенные изменения. Как хорошо видно на рисунке 2, число сальных желез напрямую зависело от продолжительности эксперимента. Так, к 7-м сут. их количество увеличилось в 1,36 раза ( $p=0,043$ ), что было достоверно больше показателя контрольной группы. Такое же количество желез сохранялось и на 14-е сут. исследования. Однако на 21-е сут. число желез снова возрастало и составляло 40,40 единиц (95% ДИ: 38,32 - 42,48), что уже в 1,67 раза ( $p=0,043$ ) превышало аналогичный показатель контрольных животных.



**Рисунок 2 – Количество сальных желез при темновой депривации (ед.)**

При изучении глубины залегания сальных желез в дерме кожи удалось выявить следующие закономерности (рисунок 3). На рисунке 3 хорошо видно, что у интактных животных среднее значение глубины залегания сальных желез составляло 410,34 (95% ДИ: 403,08 – 417,59) мкм. Однако у крыс, подвергавшихся воздействию десинхроноза, на 7-е сут. этот показатель уменьшался в 1,4 раза ( $p<0,0001$ ). Дальнейшее воздействие постоянного света на животных приводило к постепенному увеличению по сравнению с предыдущим сроком наблюдения глубины залегания сальных желез в 1,08 раза ( $p=0,007$ ) к 21-м сут. При этом стоит отметить, что данный показатель на 21-е сут. был значительно ниже контрольных значений (в 1,27 раза,  $p<0,0001$ ).

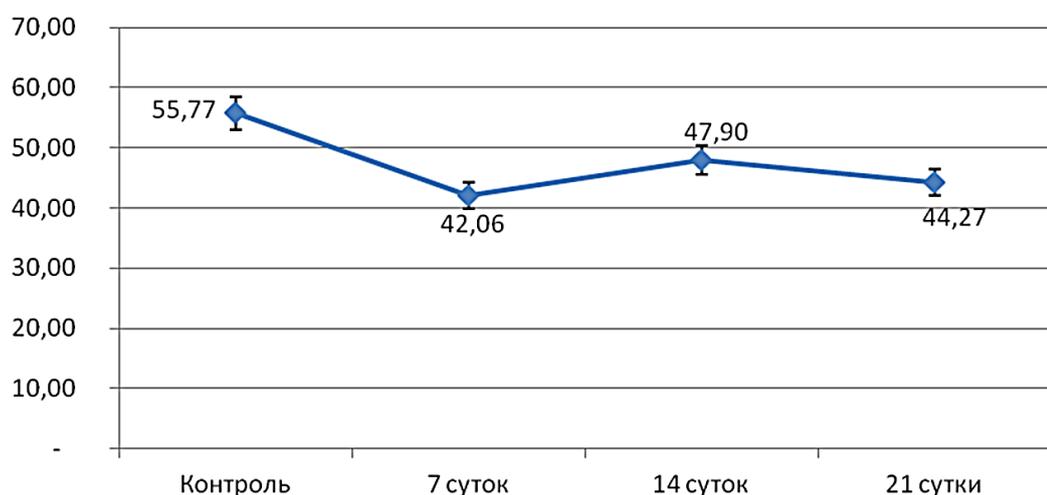
Такую динамику можно объяснить несколькими причинами. Во-первых, изменение глубины залегания желез могло происходить за счет изменения толщины эпидермиса, что было вызвано уменьшением или увеличением толщины рогового слоя. Во-вторых, это могло быть вызвано изменением толщины сетчатого слоя дермы. И, наконец, в-третьих, это могло быть вызвано изменением степени гидратации кожи.



**Рисунок 3 – Глубина залегания сальных желез при темновой депривации (мкм)**

Динамичная картина наблюдалась и при оценке ширины концевых отделов салых желез (альвеол) (рисунок 4). Так, у контрольной группы этот показатель составлял 55,77 (95% ДИ: 54,94 – 59,56) мкм. На 7-е сут. эксперимента ширина концевых отделов желез достоверно уменьшалась (в 1,33 раза,  $p < 0,0001$ ) по сравнению с контролем. При этом на 14-е сут. диаметр альвеол увеличивался по сравнению с предыдущим сроком (в 1,14,  $p < 0,0001$ ), но по-прежнему оставался значительно ниже показателей контрольной группы (в 1,17 раза,  $p < 0,001$ ). В то же время на 21-е сут. темновой депривации, ширина концевых отделов салых желез вновь уменьшалась и достигала самых минимальных значений 44,27 (95% ДИ: 42,94 – 45,59) мкм по сравнению как с предыдущими сроками, так и по сравнению с контрольными животными.

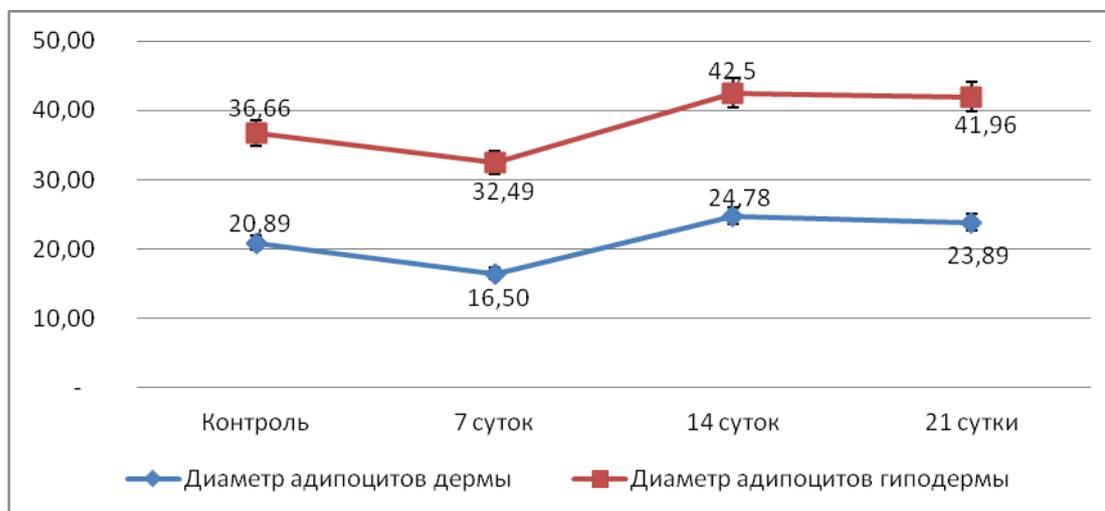
Таким образом, через 3 недели воздействия темновой депривацией ширина салых желез в коже крыс уменьшалась в 1,26 раза ( $p < 0,0001$ ).



**Рисунок 4 – Ширина концевых отделов салых желез при темновой депривации (мкм)**

Особое место среди липидсодержащих структур в коже крысы занимает подкожная основа (гиподерма). У животных она состояла из лентовидной формы скоплений адипоцитов, разделенных прослойками рыхлой соединительной ткани. При этом деление на дольки не отмечалось. В некоторых случаях гиподерма представляла собой диффузно расположенные островки адипоцитов.

Измерение диаметра адипоцитов дермы и гиподермы показало довольно интересную закономерность, а именно: с увеличением продолжительности исследования увеличивался и диаметр адипоцитов, за исключением 7-х сут. Так, диаметр адипоцитов дермы у контрольной группы составлял 20,89 (95% ДИ: 20,61–21,17) мкм. При этом на 7-е сут. эксперимента наблюдалось уменьшение диаметра этих жировых клеток в 1,27 раза ( $p < 0,0001$ ), тогда как на 14-е сут. этот показатель значительно увеличивался (в 1,5 раза ( $p < 0,0001$ ) по сравнению с данными 7 суток и в 1,19 раза ( $p < 0,0001$ ) относительно контроля) и сохранялся на этом уровне до конца эксперимента (рисунок 5).

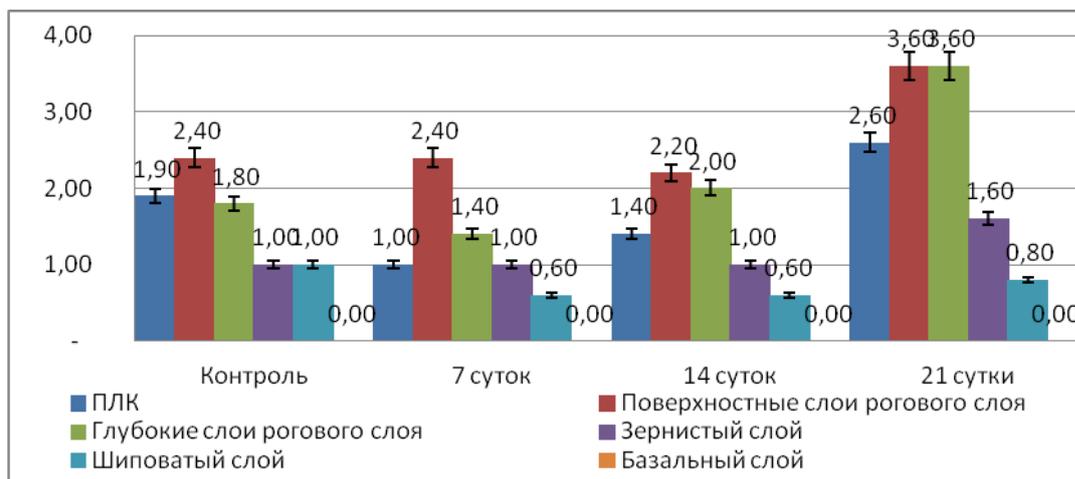


**Рисунок 5 – Диаметр адипоцитов дермы и гиподермы при темновой депривации (мкм)**

При анализе изменения диаметра адипоцитов гиподермы были отмечены аналогичные закономерности изменения диаметра адипоцитов при темновой депривации. Сначала на 7-е сут. этот показатель уменьшался (в 1,13 раза,  $p < 0,001$ ) по сравнению с группой контроля, а затем к 14-м сут. снова увеличился. При этом стоит подчеркнуть, что это увеличение было значительным как по отношению к контрольным цифрам (в 1,16 раза,  $p < 0,001$ ), так и по отношению к показателям 7 сут. (в 1,31 раза,  $p < 0,0001$ ), и сохранялось у животных на протяжении всего исследования по воздействию темновой депривации.

Таким образом, у крыс при темновой депривации наблюдается тенденция: к увеличению содержания поверхностных липидов кожи и липидов всех слоев эпидермиса; увеличению количества сальных желез, но уменьшению ширины их концевых отделов, а также глубины залегания их в дерме; возрастанию диаметра адипоцитов дермы и гиподермы. Следовательно, десинхронизация оказывает значимое воздействие на морфофункциональное состояние и морфометрические показатели структур кожи, которые принимают участие в синтезе липидов. Это, в свою очередь, может служить причиной изменения липидного гомеостаза в общем покрове и нарушения его физических и косметических свойств.

Анализ данных, полученных у животных, которым с первого дня эксперимента вводили льняное масло, показал, что количество ПЛК на 7-е сутки по сравнению как с группой без масла, так и с контрольной группой снижалась в 1,4 раза ( $p = 0,0016$ ) и 1,9 раза ( $p = 0,0015$ ) соответственно. При этом на 14-е сут. уровень липидов изучаемой области увеличивался и составлял 1,4 (95% ДИ: 0,72 – 2,08) усл.ед., что было в 2,14 раза меньше ( $p < 0,0001$ ) показателя группы темновой депривации и соответствовало контрольным цифрам. Однако к 21-м сут. исследования количество ПЛК значительно увеличивалось и практически не отличалось от значений группы животных, подвергшихся темновой депривации, но которым не вводили льняное масло (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Количество ПЛК и липидов эпидермиса при введении льняного масла, на фоне темновой депривации (усл.ед.)**

Анализируя данные количества липидов поверхностных и глубоких зон рогового слоя эпидермиса животных, которым вводили льняное масло с первого дня исследования, можно отметить, что статистически достоверной разницы с интактной группой в числовых показателях на 7-е и 14-е сут. не наблюдалось. При этом стоит указать на тот факт, что у животных, употребляющих льняное масло во время десинхронизации, количество липидов рогового слоя в аналогичные сроки наблюдения было ниже, чем у группы без масла. На 21-е сут. произошло достоверное увеличение интенсивности окраски по сравнению с контролем в 1,37 раза ( $p = 0,045$ ) в поверхностной зоне и 1,5 раза ( $p = 0,032$ ) – в глубокой зоне.

На рисунке 6 хорошо видно, что в зернистом слое на 7-е и 14-е сут. эксперимента уровень липидов у животных, употреблявших льняное масло, по сравнению с интактной группой практически не изменялся и был ниже показателей животных без масла. В последующем их количество увеличивалось и к 21-м сут достигало 3,60 (95% ДИ: 2,92 – 4,28) усл.ед. Этот показатель статистически был выше значений в группах контроля (в 2 раза,  $p = 0,045$ ) и животных без масла (в 1,38 раза,  $p = 0,031$ ).

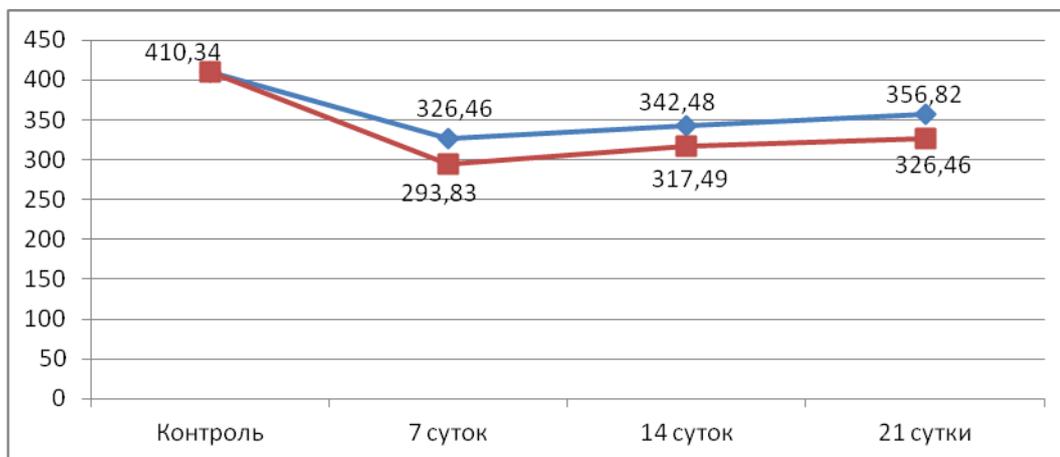
При исследовании количества липидов в шиповатом слое у животных, употреблявших льняное масло на фоне десинхронизации, наблюдалась следующая картина. Так, на 7-е и 14-е сут. количество липидов в этом слое эпидермиса не изменялось по сравнению с группой без масла и чистым контролем. При этом дальнейшее введение крысам льняного масла на фоне хронодеструкции приводило к увеличению уровня липидов в исследуемом слое до 1,60 (95% ДИ: 0,92–2,28), аналогично группе без масла (рисунок 6).

На рисунке 6 хорошо видно, что липиды в базальном слое во всех исследуемых группах отсутствовали.

Учитывая тот факт, что в начале эксперимента на фоне введения льняного масла наблюдался эффект снижения уровня ПЛК и липидов эпидермиса, можно говорить том, что употребление исследуемого вещества ослабляет негативное влияние хронодеструкции на начальных этапах исследования. Однако к 21-м суткам наблюдался отсроченный эффект влияния десинхроноза на липидный обмен в эпидермисе.

При обобщении полученных данных можно отметить, что употребление крысами льняного масла на фоне хронодеструкции, по сравнению с группой без масла, приводило к постепенному возвращению к нормальным значениям уровня ПЛК и липидов эпидермиса на 7-е и 14-е сут. эксперимента. Это может свидетельствовать о положительном влиянии льняного масла на обмен липидов в общем покрове.

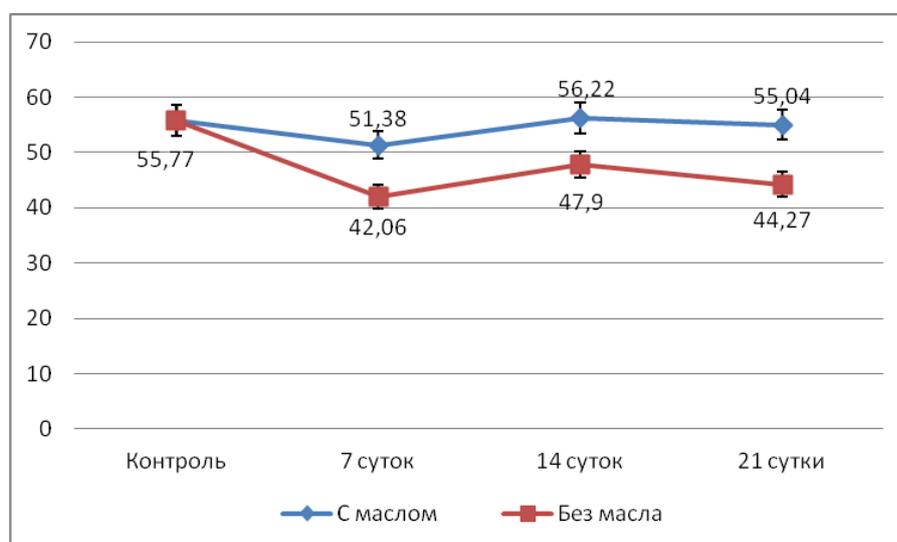
При анализе морфометрических показателей сальных желез у животных, которым с первого дня темновой депривации вводили льняное масло, были выявлены следующие особенности. Так, на рисунке 7 хорошо видно, что глубина залегания сальных желез на всех сроках наблюдения достоверно возрастала по сравнению с группой без масла, однако значений контрольных показателей не достигла.



**Рисунок 7 – Глубина залегания сальных желез при темновой депривации и введении льняного масла (мкм)**

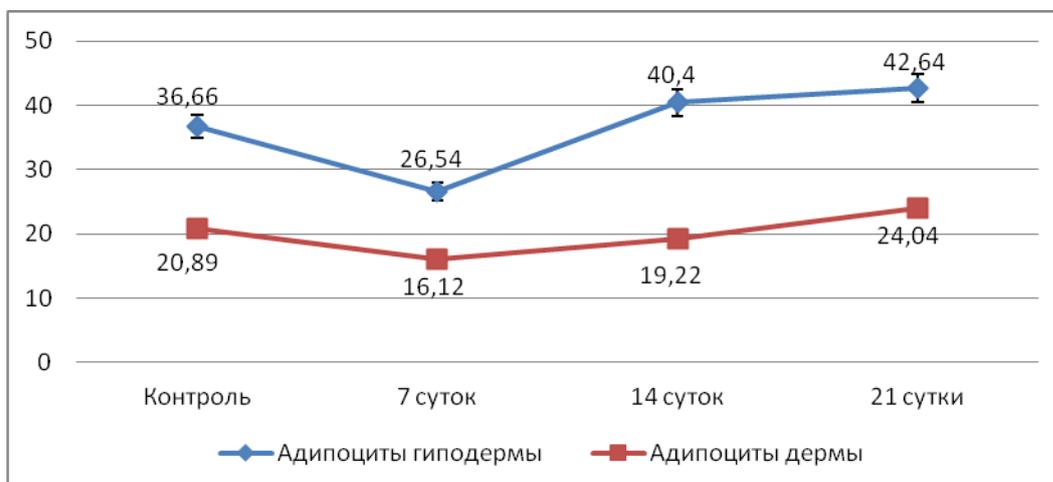
У животных, которым с первого дня эксперимента вводили льняное масло, ширина сальных желез на 7-е и 14-е сут. была достоверно выше аналогичного значения в группе без масла ( $p < 0,0001$ ) и приближалась к контрольным цифрам. При этом на 21-е сут. ширина концевых отделов сальных желез уже полностью соответствовала значениям интактных животных.

Таким образом, употребление масла приводило к постепенной оптимизации глубины залегания сальных желез и ширины их концевых отделов.



**Рисунок 8 – Ширина концевых отделов сальных желез при темновой депривации и введении льняного масла (мкм)**

Следующим критерием для сравнения был диаметр адипоцитов дермы и гиподермы. Так, на рисунке 9 хорошо видно, что диаметр дермальных адипоцитов, по сравнению с интактными животными, изменялся незначительно: наблюдалось уменьшение на 7-е сут. (в 1,3 раза,  $p < 0,001$ ), возрастание на 14-е и 21-е сут. ( $p > 0,05$ ). При этом в группе животных с темновой депривацией, но без льняного масла, этот показатель был достоверно выше ( $p < 0,05$ ).



**Рисунок 9 – Диаметр адипоцитов дермы и гиподермы при темновой депривации и введении льняного масла (мкм)**

Анализ изменения диаметра адипоцитов гиподермы показал волнообразные отклонения от нормы: отмечалось снижение диаметра на 7-е сут. (в 1,4 раза,  $p < 0,0001$ ) и обратное увеличение размера гиподермальных клеток на 14-е и 21-е сут. Стоит отметить, что аналогичный показатель в группе без масла был выше показателей у животных, которым вводили масло ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Таким образом, при темновой депривации наблюдаются: увеличение содержания поверхностных липидов кожи и липидов всех слоев эпидермиса; увеличение количества сальных желез при уменьшении ширины их концевых отделов, а также глубины залегания их в дерме; возрастание диаметра адипоцитов дермы и гиподермы.

Употребление льняного масла на фоне темновой депривации приводит к нормализации всех исследуемых показателей, а корректирующее действие льняного масла проявляется в тенденции к нормализации морфофункциональных изменений в общем покрове при десинхронозе.

**Литература.** 1. Быков, М. И. Экспериментальное обоснование использования льняного масла и масла из плодов грецкого ореха в гастроэнтерологической практике / М. И. Быков, Е. Е. Есауленко, А. А. Басов // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. – 2015. – № 6 (118). – С. 53–56. 2. Дятловская, Э. В. Липиды как биоэффекторы / Э. В. Дятловская, В. В. Безуглов // *Биохимия*. – 1998. – № 67 (1). – С. 3–6. 3. Есауленко, Е. Е. Метаболические эффекты льняного масла у крыс с интоксикацией тетрахлорметаном / Е. Е. Есауленко // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 1. – С. 59–63. 4. Козин, В. М. Псориаз (Вопросы патогенеза, клиники, терапии) : монография / В. М. Козин. – Витебск : ВГМУ, 2007. – 227 с. 5. Мяделец, О. Д. Морфофункциональная дерматология / О. Д. Мяделец, В. П. Адашкевич. – Москва : Медлит, 2006. – 755 с. 6. Норлен, Л. Новые взгляды на формирование, структуру и функционирование кожного барьера и их практическая ценность / Л. Норлен // *Косметика и медицина*. – 2002. – № 5. – С. 8–16. 7. Некоторые аспекты моделирования сбалансированного жирнокислотного состава средов / А. В. Самойлова [и др.] // *Вопросы питания*. – 2008. – № 77 (3). – С. 74–78. 8. Соболевская, И. С. Морфология липидсодержащих и липидсинтезирующих структур кожи человека в зависимости от топографии / И. С. Соболевская // *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. – 2011. – № 10 (1). – С. 41–47. 9. Хныченко, Л. К. Стресс и его роль в развитии патологических процессов / Л. К. Хныченко, Н. С. Сапронов // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. – 2003. – № 2 (3). – С. 2–15. 10. Colles, S. Night eating syndrome and nocturnal snacking: association with obesity, binge eating and psychological distress / S. Colles, J. Dixon, P. O'Brien // *Int. J. Obes.* – 2007. – Vol. 31. – P. 1722–1730. 11. Geyfman, M. How the skin can tell time / M. Geyfman, B. Andersen // *J. Invest. Dermatol.* – 2009. – Vol. 129 (5). – P. 1063–1066. 12. Matsui, M. Biological rhythms in the skin / M. Matsui // *Int. J. Mol. Sci.* – 2016. – Vol. 17 (6). – P. 801. 13. Circadian rhythms and metabolic syndrome: from experimental genetics to human disease / E. Maury [et al.] // *J. Appl. Physiol.* – 2009. – Vol. 107 (5). – P. 1638–1646. 14. Skin, reactive oxygen species, and circadian clocks / M. Ndiaye [et al.] // *Antioxid. Redox. Signal.* – 2014. – Vol. 20. – P. 2982–2996. 15. The clockwork of metabolism / K. Ramsey [et al.] // *Ann. Rev. Nutr.* – 2007. – Vol. 27. – P. 219–240.

Поступила в редакцию 30.04.2020 г.

УДК 619:616.34-002:615.246:636.2.053

## МУЛЬТИСУБСТРАТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ МЕМБРАННОМ ГИДРОЛИЗЕ НЕКОТОРЫХ НУТРИЕНТОВ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ

\*Щербаков Г.Г., \*\*Напреенко А.В., \*\*Ковалёнок Ю.К.

\*Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

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

*Экспериментально показано, что максимально выраженный эффект на гидролиз субстратов оказывает модификатор и менее значительный – его дериваты. На примере влияния трибутирина на активность солюбилизованных щелочной фосфатазы и глицил-L-лейцилдипептидазы было показано, что модификаторный эффект идентичен таковому при воздействии на мембраносвязанные аналоги энзимов. **Ключевые слова:** мембранное пищеварение, гидролиз, крысы, субстраты, модификаторы.*

## MULTI-SUBSTRATE PROCESSES IN THE MEMBRANE HYDROLYSIS OF SOME NUTRIENTS IN MAMMALS

\*Shcherbakov G.G., \*\*Napreenka A.V., \*\*Kavalionak Y.K.

\*Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

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

*It is shown experimentally that the maximum pronounced effect on the hydrolysis of substrates renders modifier and less significant - its derivatives. By the example of the effect of tributyrin on the activity of solubilized alkaline phosphatase and glycyL-L-leucine dipeptidase, it was shown that the modifier effect is identical to that when exposed to membrane-bound analogs of enzymes. **Keywords:** membrane digestion, hydrolysis, rats, substrates, modifiers.*

**Введение.** Одной из важнейших функциональных характеристик пищеварительного процесса является его полисубстратность [1, 3, 4, 8, 9, 10]. В современном понимании гидролиз мультикомпонентного корма не является суммой отдельных гидролитических и транспортных цепей. Рядом ученых сформировано значительное научное наследие в области изучения биологии полостного и мембранного пищеварения, существующих механизмов транспорта компонентов диеты из полости кишки во внутреннюю среду организма и т.д. Вместе с тем, до настоящего времени ученым сообществом не выработано единое представление о закономерностях расщепления нутриентов многокомпонентной диеты. Представленные в литературе взгляды как о том, что расщепление каждого пищеварительного субстрата происходит в своем собственном энзиматическом пространстве [5, 6, 7], так и о существовании сложных полисубстратных взаимоотношений [1, 2, 3, 4, 8, 9, 10] имеют как своих сторонников, так и оппонентов. В этой связи механизмы одновременного взаимодействия субстратов поликомпонентной диеты, происходящие в зоне щеточной каймы энтероцитов, представляются нам недостаточно изученными. Определение особенностей взаимодействия некоторых групп нутриентов на стадии мембранного гидролиза у млекопитающих явилось целью исследований.

**Материалы и методы исследований.** Исследования выполнены в институте физиологии им. М.П. Павлова Российской академии наук, Санкт-Петербургской (Россия) и Витебской (Беларусь) государственных академиях ветеринарной медицины.

Опыты проводились на белых крысах (n=7). Опыты выполнены в 3-кратной повторности.

Материалом для исследований являлись следующие биосубстраты: отрезки тонкой кишки, ее гомогенаты и солюбилизованные кишечные ферменты.

Из эксперимента все животные выводились путем цервикальной дислокации. Получаемые участки тонкой кишки от всех животных смешивались.

Сегменты тонкой кишки, взятые дистальнее связки Трейтца, быстро удалялись из организма, промывались холодным раствором Рингера (pH 7,4). Вывернутые (интактные) сегменты тонкой кишки в последующем подвергались инкубации с испытуемыми субстратами и модификаторами. Для получения гомогенатов слизистой оболочки участки кишечника длиной 30-50 мм суспендировали вместе в ледяном фосфатном буфере Рингера. Для подготовки солюбилизованных энзимов, соскобы участков слизистой оболочки кишки были гомогенизированы, при этом активные формы ферментов высвобождались в раствор под действием папаина в присутствии Цистеин-L гидрохлорида моногидрата или трипсинизацией в присутствии Triton® X-100 (производство AppliChem GmbH) по методикам (Auricchio, Dahlqvist&Semenza, 1963; Eggermont, 1968). Полученный супернатант демонстрировал 80-90% от исходной активности карбогидраз

(инвертазы КФ 3.2.1.26 и мальтазы КФ 3.2.1.20), дипептидазы (глицил-L-лейциндипептидаза КФ 3.4.3.2) и 40% и щелочной фосфатазы (КФ 3.1.3.1).

В качестве субстратов и модификаторов использовались растворы: глицил-L-лейцин (3 г/л), сахароза и мальтоза (20 г/л),  $\beta$ -глицерофосфат натрия (5 г/л) и трибутирин (2,5 г/л). Кроме того, в качестве модификаторов использовались бутирины (2 г/л) и эквивалентная глицил-L-лейцину смесь аминокислот (3 г/л).

Образцы кишки массой 700 мг инкубировали в 16 мл субстратных растворов при pH 7,4 и газировали  $O_2$ - $CO_2$  (95:5). Инкубационный период составлял 45 минут при 37<sup>0</sup>С при постоянном перемешивании (амплитуда 10 мм, скорость 60 об/мин.). Первый образец отбирали после инкубации в течение 5 минут, последующие - с интервалами в 10 минут.

Гомогенаты тканей инкубировали в течение 10-15 мин. при 37<sup>0</sup>С с 16 мл субстратных растворов.

Скорость гидролиза субстрата оценивалась по накоплению соответствующих продуктов. Гидролиз трибутирина – по приросту свободного глицерина (Уголев А.М. и Черняховская М.Ю., 1969), гидролиз  $\beta$ -глицерофосфата натрия - по приросту неорганического фосфора по методу Фиске и Субарроу (1925). Концентрация субстратов – модификаторов соответствовала концентрации основных субстратов.

Процедуры анализа осуществляли с помощью статистических пакетов SAS 9.2, STATISTICA 9 и SPSS-19.

**Результаты исследований.** Экспериментально установлено, что трибутирин значительно ингибирует активность щелочной фосфатазы на 80% ( $p < 0,01$ ), что превышает тормозящий эффект эквивалентной концентрации трибутирина на гидролиз глицил-L-лейцина, отмеченный нами ранее. Следует отметить, что максимум торможения (до 96%) активности щелочной фосфатазы наблюдается в первые 5 минут эксперимента (таблица 1).

**Таблица 1 - Влияние различных модификаторов на гидролиз  $\beta$ -глицерофосфата натрия интактными кусочками тонкой кишки белых крыс (M, m, p)**

Время инкубации (мин.)	Ферментативная активность щелочной фосфатазы (в мкг образующегося неорганического фосфора)						
	1	2	3	4	5	6	7
5	15,10 ±1,05	14,63 ±0,853*	13,71 ±0,895**	11,51 ±0,918***	7,69 ±0,554***	11,23 ±0,966**	13,41 ±0,774**
15	46,8 ±3,72	38,7 ±2,69*	35,3 ±1,45**	30,70 ±2,148**	19,3 ±1,68***	35,7 ±2,12**	37,4 ±2,28**
35	77,8 ±6,11	70,3 ±6,12	69,3 ±5,47**	58,2 ±4,31**	43,2 ±3,21***	55,9 ±4,11*	61,6 ±5,08*

Примечания: \*\*\* -  $p < 0,001$ , \*\* -  $p < 0,01$ , \* -  $p < 0,05$  при сравнении с гидролизом субстрата в отсутствие модификатора. 1 - гидролиз субстрата в отсутствие модификатора; 2 - гидролиз субстрата в присутствии масляной кислоты; 3 - гидролиз субстрата в присутствии монобутирина; 4 - гидролиз субстрата в присутствии дибутурина; 5 - гидролиз субстрата в присутствии трибутирина; 6 - гидролиз субстрата в присутствии глицил-L-лейцина; 7 - гидролиз субстрата в присутствии эквимольной смеси аминокислот.

Анализируя влияние дипептида и эквимольной смеси аминокислот, следует отметить, что совокупный ингибирующий эффект модификаторов на гидролиз липидов укладывается в 25-40% диапазон в течение всего периода инкубации (таблица 1).

При исследовании влияния глицил-L-лейцина на гидролиз трибутирина интактными кусочками тонкой кишки отмечалось значимое ( $p < 0,01$ ) повышение активности щелочной фосфатазы, что в пересчете на мкг освобожденного глицерина составило  $40,12 \pm 3,598$  (при сравнении с  $25,74 \pm 2,312$  мкг освобожденного глицерина, образующегося при гидролизе трибутирина без присутствия модификатора). Важно отметить, что полученные результаты иллюстрируют 50%-ный стимулирующий эффект субстрата-модификатора на гидролиз трибутирина, наблюдаемый в течение первых 20 минут инкубации. При продолжении инкубации отмеченное различие между моно- и бисубстратными процессами становится менее существенным.

С целью изучения организации полисубстратных процессов нами были проведены исследования гомогенатов слизистой оболочки тонкой кишки. При изучении влияния различных субстратов на активность щелочной фосфатазы и глицил-L-лейциндипептидазы гомогенатов тонкой кишки белых крыс было установлено, что наибольшее значимое торможение активности щелочной фосфатазы (около 70%,  $p < 0,01$ ) отмечалось в присутствии трибутирина, наименьшее – в присутствии оливкового масла (5-7%,  $p > 0,05$ ).

Ингибиторный эффект трибутирина, триолеина, лецитина и смеси пальмитинов на гидролиз глицил-L-лейцина варьировал в 18-79%-ном диапазоне ( $p < 0,01$ ). Максимальные значения относятся к влиянию лецитина на активность глицил-L-лейциндипептидазы.

Для детализации возможных механизмов взаимодействия субстратов-модификаторов с ферментами на уровне мембран энтероцитов мы провели серию модельных опытов по изучению активности некоторых солюбилизованных ферментов (щелочной фосфатазы, глицил-L-лейциндипептидазы, мальтазы и инвертазы).

Анализируя данные таблицы 2, следует отметить, что максимальное значимое ингибирование активности солюбилизованной глицил-L-лейциндипептидазы происходило в присутствии трибутирина (торможение гидролиза дипептида достигало 68% к 45 минуте инкубации,  $p < 0,001$ ). Продукты гидролиза модификатора к тому же самому сроку вызывали торможение гидролиза глицил-L-лейцина от 10 до 55% (таблица 2,  $p < 0,05$ ).

Трибутирин оказывает стимулирующее действие на активность солюбилизованных инвертазы и мальтазы (таблица 3). При этом следует отметить, что стимуляция гидролиза сахаразы происходила к концу инкубации, а мальтазы – начиная с первых минут эксперимента, достигая максимальных значений к 45 минуте (таблица 3).

**Таблица 2 - Влияние трибутирина и продуктов его гидролиза на активность солюбилизованной глицил-L-лейциндипептидазы тонкой кишки белых крыс (M, m, p)**

Время инкубации (мин.)	Активность глицил-L-лейциндипептидазы (в % гидролизованного дипептида)				
	Гидролиз дипептида в отсутствие модификатора	В присутствии масляной кислоты	В присутствии монобутирина	В присутствии дибутурина	В присутствии трибутирина
5	18,3±1,59	17,9±1,01	17,1±1,21	15,7±1,17	13,6±0,78*
25	51,2±4,42	43,7±4,02	49,3±4,13	41,4±2,26**	34,8±1,93**
45	69,8±5,03	64,1±5,61	60,2±4,79	57,6±2,11*	41,6±3,86***

Примечания: \*\*\* -  $p < 0,001$ , \*\* -  $p < 0,01$ , \* -  $p < 0,05$  при сравнении с гидролизом дипептида в отсутствие модификатора.

**Таблица 3 - Влияние трибутирина на активность солюбилизованных инвертазы и мальтазы тонкой кишки белых крыс (M, m, p)**

Время инкубации (мин.)	Ферментативная активность дисахаридаз (в мкмоль образующихся продуктов гидролиза)			
	Гидролиз сахарозы	Гидролиз в присутствии трибутирина	Гидролиз мальтозы	Гидролиз в присутствии трибутирина
5	12,5±1,09	5,61±0,529	150,8±10,91	170,3±45,69
25	38,7±3,22	43,8±3,83	198,5±13,81	228,7±20,51
45	71,5±5,01	92,1±6,72*	257,9±18,64	310,4±27,81*

Примечание.  $p < 0,05$  при сравнении с гидролизом дисахарида в отсутствие модификатора.

Нами было установлено, что в первые 5 минут инкубации ингибирующее влияние три-, ди- и монобутирина на активность солюбилизованной щелочной фосфатазы было равно 49, 30 и 24% соответственно (таблица 4). Следует отметить, что тормозящий эффект модификатора и продуктов его гидролиза увеличивался к концу инкубации, достигая максимальной отметки в отношении влияния трибутирина на активность исследуемого фермента (76%,  $p < 0,001$ ). К данному моменту исследования моно- дибутурином значимо ингибировали гидролиз  $\beta$ -глицерофосфата натрия более чем на 30% ( $p < 0,01$ ) (таблица 4). Масляная кислота незначимо ингибировала активность исследуемого фермента на протяжении всего периода инкубации (таблица 4).

**Таблица 4 - Влияние трибутирина и продуктов его гидролиза на активность солюбилизированной щелочной фосфатазы тонкой кишки белых крыс (M, m, p)**

Время инкубации (мин.)	Активность щелочной фосфатазы (в мкг образующегося неорганического фосфора)				
	Гидролиз субстрата в отсутствие модификатора	В присутствии масляной кислоты	В присутствии монобутирина	В присутствии дибутурина	В присутствии трибутирина
5	5,91±0,451	5,42±0,356	4,75±0,378	4,55±0,395	3,97±0,291**
25	25,8±2,49	22,3±1,34	19,81±0,698*	18,7±0,67*	16,4±1,09**
45	46,4±3,35	39,7±2,77	34,2±1,64**	31,6±1,21***	26,4±0,618***

Примечания: \*\*\* -  $p < 0,001$ , \*\* -  $p < 0,01$ , \* -  $p < 0,05$  при сравнении с гидролизом  $\beta$ -глицерофосфата натрия в отсутствие модификатора.

**Закключение.** Нами установлено, что модификаторы и субстраты взаимодействуют по принципу стимулирования/торможения гидролиза. Так, фосфорные эфиры ингибируют активность глицил-L-лейцилдипептидазы на 18% преимущественно к 45 мин. инкубации. Максимальный ингибирующий эффект на гидролиз исследуемых субстратов отмечен преимущественно у трибутирина (более 80%). Был отмечен схожий по характеру действия эффект трибутирина и в отношении солюбилизированной щелочной фосфатазы и глицил-L-лейцилдипептидазы. Различия состояли лишь в том, что действие модификатора на активность исследуемых энзимов было выше, чем на их связанные с мембраной энтероцита аналоги, в среднем на 72%, преимущественно к концу инкубации.

**Литература.** 1. Коваленок, Ю. К. Механизмы всасывания микроэлементов кишечником жвачных в условиях *in vitro* / Ю. К. Коваленок // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань, 2012. – Т. 211. – С. 269–274. 2. Коваленок, Ю. К. Устройство для изучения всасываемости веществ кишечником животных / Ю. К. Коваленок // Международный вестник ветеринарии. – 2012. – № 1. – С. 16–20. 3. Коваленок, Ю. К. Активность мальтазы при кишечном дисбиозе животных / Ю. К. Коваленок, А. В. Напреенко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 56–59. 4. Метельский, С. Т. Два механизма мембранного пищеварения: ферментативно-транспортный ансамбль существует и для олигопептидов / С. Т. Метельский, В. Т. Ивашкин // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2011. – Т. 21, № 3. – С. 19–23. 5. Распределение инвертазной, пептидазной и моноглицеридлипазной активностей вдоль тонкой кишки у различных млекопитающих / А. М. Уголев [и др.] // Материалы IV конференции физиологов республик Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата, 1969. – Т. II. – С. 260–263. 6. Уголев, А. М. Определение протеолитической активности / А. М. Уголев, Н. М. Тимофеева // Исследование пищеварительного аппарата у человека: обзор современных методов / А. М. Уголев [и др.] – Ленинград: Наука, 1969. – С. 176. 7. Черняховская, М. Ю. Локализация заключительных стадий гидролиза трибутирина в эпителиальных клетках тонкой кишки / М. Ю. Черняховская, А. М. Уголев // Доклады АН СССР. – 1969. – Т. 187, № 3. – С. 701–703. 8. *Intestinal alkaline phosphatase regulates protective surface microclimate pH in rat duodenum* [Electronic resource] / M. Mizumori [et al.] // *J. Physiol.* – 2009. – Vol. 587, № 14. – P. 3651–3663. – Mode of access: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.172270>. 9. *Iqbal, J. Intestinal lipid absorption* [Electronic resource] / J. Iqbal, M. M. Hussain // *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* – 2009. – Vol. 296, № 6. – P. 1183–1194. – Mode of access: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.90899.2008>. 10. *Role of phosphatidylcholine in brush-border intestinal alkaline phosphatase release and restoration* / T. Nakano [et al.] // *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver. Physiol.* – 2009. – Vol. 297, № 1. – P. 207–214.

Поступила в редакцию 16.04.2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

## Ветеринария

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | <b>ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НОРМОБИОЦЕНОЗА КИШЕЧНИКА У ТЕЛЯТ В ПЕРВЫЕ НЕДЕЛИ ЖИЗНИ</b><br><b>Вербицкий А.А., Велева Е.Р.</b><br>УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь  | 4  |
| 2. | <b>ВЫЯВЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КИШЕЧНИКА У АМЕРИКАНСКИХ НОРОК РАЗНЫХ ГЕНОТИПИЧЕСКИХ ОКРАСОВ МЕТОДОМ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА</b><br><b>Волосевич Д.П.</b><br>УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь  | 8  |
| 3. | <b>АССОЦИАТИВНЫЕ МИКОТОКСИКОЗЫ ПТИЦ: ПАТОМОРФОЛОГИЯ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА</b><br><b>Громов И.Н.</b><br>УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь   | 14 |
| 4. | <b>ОСОБЕННОСТИ ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ НЕФРИТОВ ЖИВОТНЫХ</b><br><b>Жуков А.И., Журов Д.О.</b><br>УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь  | 19 |
| 5. | <b>ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ У ОВЕЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ АЛЬФА 2-АГОНИСТЫ</b><br><b>Журба В.А., Коваленко А.Э., Ковалев И.А.</b><br>УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь   | 24 |
| 6. | <b>ВЛИЯНИЕ БИРНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ И АНТИОКСИДАНТНОГО ПРЕПАРАТА НА ОРГАНОМЕТРИЧЕСКИЕ, ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ И ИММУНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЛОАКАЛЬНОЙ БУРСЫ SPF-ЦЫПЛЯТ</b><br><b>Журов Д.О., Громов И.Н.</b><br>УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь  | 28 |
| 7. | <b>ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ НА ЖИДКОФАЗНЫЙ РОСТ ТРИХОФИТОНА НА СРЕДЕ ИЗ КОНЦЕНТРАТА КВАСНОГО СУСЛА</b><br><b>*Зайцева В.В., **Дремач Г.Э., ***Зайцева А.В.</b><br>*УО «Витебский государственный медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь<br>**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь<br>***ЛДУ «Витебская облветлаборатория», г. Витебск, Республика Беларусь | 33 |
| 8. | <b>ВИДОВОЙ СОСТАВ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ВАНКОМИЦИНУ ЭНТЕРОКОККОВ МОЛОКА СЫРОГО И ТВОРОГА</b><br><b>Кожин В.А., Горюк В.В.</b><br>Подольский государственный аграрно-технический университет, Каменец-Подольский, Украина  | 37 |
| 9. | <b>РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАЗИТОВ МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА</b><br><b>Конахович И.К., Мироненко В.М</b><br>УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь   | 40 |

10. **СТРУКТУРА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НЕЗАРАЗНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПТИЦЕВОДСТВЕ БЕЛАРУСИ** 43  
**Насонов И.В.**  
 РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»,  
 г. Минск, Республика Беларусь
11. **ФАРМАКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ФОСТИЛ»** 47  
**Петров В.В., Готовский Д.Г., Романова Е.В.**  
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
 г. Витебск, Республика Беларусь
12. **МОРФОЛОГИЯ ПОЗВОНКОВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА РОСС-308 В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ** 51  
**Сельманович Л.А.**  
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
 г. Витебск, Республика Беларусь
13. **ПАТОЛОГИЯ МАТКИ У КОРОВ, ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ** 54  
**Яцына В.В., Щигельская Е.С., Остроухов И.Ю.**  
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
 г. Витебск, Республика Беларусь

### Зоотехния

14. **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ С НИМИ В УСЛОВИЯХ ОАО «МИРОПОЛЬЕ»** 58  
**Коробко А.В., Гончарова Е.Р.**  
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
 г. Витебск, Республика Беларусь
15. **ЭКСПРЕСС-РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО ВОЗРАСТА И ЖИВОЙ МАССЫ РЕАЛИЗАЦИИ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ ДЛЯ НАДЛЕЖАЩЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ПО ОБОРОТУ СТАДА И ДВИЖЕНИЮ ПОГОЛОВЬЯ НА СВИНОКОМПЛЕКСЕ** 63  
**Соляник С.В., Соляник В.В.**  
 РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,  
 г. Жодино, Республика Беларусь
16. **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ И УВЕЛИЧЕНИЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА В УСЛОВИЯХ ОАО АГРОКОМБИНАТ «ЮЖНЫЙ» ГОМЕЛЬСКОГО РАЙОНА** 68  
**Яцына О.А., Коробко А.В., Карпеня С.Л., Соглаева Е.Е.**  
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
 г. Витебск, Республика Беларусь

### Биология

17. **БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРЭСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ** 72  
**\*Борисовец Д.С., \*Журавлева Е.С., \*\*Красочко П.А., \*\*Яромчик Я.П., \*Морозов А.М., \*Курбат И.А.**  
 \*РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»,  
 г. Минск, Республика Беларусь  
 \*\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
 г. Витебск, Республика Беларусь
18. **ЛИПОСОМАЛЬНАЯ ФОРМА  $\beta$ -КАРОТИНА** 77  
**\*Бушмакина И.М., \*Мартынова М.А., \*Князева Е.В., \*\*Красочко П.А.**  
 \*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,  
 г. Минск, Республика Беларусь  
 \*\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,

- г. Витебск, Республика Беларусь
19. **МЕТОДОЛОГИЯ ДЕАКТИВАЦИИ ЛЕКТИНОВОЙ АКТИВНОСТИ В КОРМАХ НА ОСНОВЕ ИХ УГЛЕВОДНОЙ СПЕЦИФИЧНОСТИ**

**\*\*\*Добровольский С.А., \*\*Кубарев В.С., \*Коваленок Ю.К., \*Коваленок Н.П., \*Напреенко А.В., \*\*\*Сепп А.Л.**

\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь  
\*\*ЧПУП «Будагово-биотехарго», аг. Будагово, Республика Беларусь  
\*\*\*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

83
  20. **БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КОРОВ, ИММУНИЗИРОВАННЫХ АССОЦИИРОВАННЫМИ ВАКЦИНАМИ ПРОТИВ ВИРУСНО-БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭНТЕРИТОВ ТЕЛЯТ**

**Красочко П.А., Яромчик Я.П., Красочко П.П., Белко И.А., Морозов Д.Д.**

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

87
  21. **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАКРОКОМПОЗИЦИИ ЗУБОВ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ**

**Ревякин И.М., Ермакович М.И., Добрава Д.И.**

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

92
  22. **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННИХ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ САМОК АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ ЦВЕТОВЫХ ТИПОВ САФИР И ПАСТЕЛЬ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ**

**Ревякин И.М., Николаева В.Н.**

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

95
  23. **БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ФОНЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ И ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ДРОЖЖЕВЫХ КОРМОВ С ПРОБИОТИЧЕСКИМИ КУЛЬТУРАМИ**

**Соболев Д.Т., Соболева В.Ф.**

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

99
  24. **ВЛИЯНИЕ ЛЬНЯНОГО МАСЛА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭПИДЕРМИСА, САЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ И ГИПОДЕРМЫ КРЫС ПРИ ТЕМНОВОЙ ДЕПРИВАЦИИ**

**Соболевская И.С., Мяделец О.Д.**

УО «Витебский государственный медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

103
  25. **МУЛЬТИСУБСТРАТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ МЕМБРАННОМ ГИДРОЛИЗЕ НЕКОТОРЫХ НУТРИЕНТОВ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

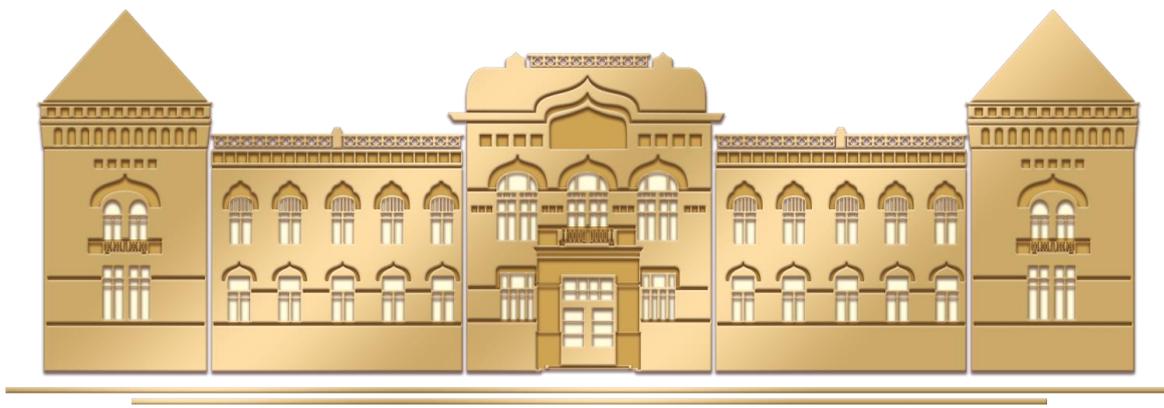
**\*Щербаков Г.Г., \*\*Напреенко А.В., \*\*Ковалёнок Ю.К.**

\*Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация  
\*\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

111



## 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.

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 324 преподавателя. Среди них 180 кандидатов, 30 докторов 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 современных 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](http://www.vsavm.by)

210026, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11,  
факс (0212) 51-68-38,  
тел. 33-16-29 (факультет международных связей, профориентации  
и довузовской подготовки);  
33-16-17 (НИИ ПВМ и Б); E-mail: [vsavmpriem@mail.ru](mailto:vsavmpriem@mail.ru).

Ответственный за выпуск А. А. Белко

Технический редактор О. В. Луговая  
и компьютерная верстка

Корректоры Т. А. Драбо,  
Е. В. Морозова

Подписано в печать 22.05.2020 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.  
Печать ризографическая. Усл. п. л. 13,95. Уч.-изд. л. 11,39.  
Тираж 105 экз. Заказ 2038.

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) 51-75-71.  
E-mail: rio\_vsavm@tut.by  
<http://www.vsavm.by>

ISBN 2078-0109



9 782078 010007