DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЕСТНИК ВЕТЕРИНАРИИ

№3

International bulletin of Veterinary Medicine

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ- 2023

www.spbguvm.ru

№3/2023

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЕСТНИК ВЕТЕРИНАРИИ

Международный ВЕСТНИК ВЕТЕРИНАРИИ 3.2023

Редакционный совет
К.В. Племяшов - гл. ред., чл.-корр. РАН, д-р. вет. н., проф., СПб.
Л.Ю. Карпенко - зам. гл. ред., д-р. биол. н., проф., СПб.
А.И. Ятусевич - зам. гл. ред., д-р. вет. н. проф., академик РАН, Витебск.
Редакционная коллегия
Н.Л. Андреева - д-р. биол. н., проф., СПб.
Л.М. Белова - д-р. биол. н., проф., СПб.
М.И. Гулюкин - акад. РАН, д-р. вет. н., проф., Москва.
Н.В. Зеленевский - д-р. вет. н., проф., СПб.
С.П. Ковалев - д-р. вет. н., проф., СПб.
А.А. Кудряшов - д-р. вет. н, проф., СПб.
В.А. Кузьмин - д-р. вет. н., проф., СПб.
М.Н. Макарова - д-р. мед. н., проф., СПб.
Б.С. Семенов - д-р. вет. н., проф., СПб.
А.М. Смирнов - акад. РАН, д-р. вет. н., проф., Москва.
В.В. Сочнев - член.-корр. РАН, д-р. вет. н., проф., Н. Новгород.
А.А. Стекольников - акад. РАН, д-р. вет. н., проф., СПб.
А.А. Сухинин - д-р. биол. н., проф., СПб.
А.Н. Шиков - д-р. фарм. н., проф., СПб.
Mustafa Atasever- Prof., Dr. Erzurum, Turkiye.
Ю.К. Ковалёнок - д-р. вет. н., проф., Витебск, Республика Беларусь.
Kushvar Galib Mammadova - Dr., Azerbaijan.
Н.Б. Сарсембаева - д-р. вет. н., проф., Алматы, Республика Казахстан.
Ilia Tsachev - DVM, MSc, PhD, DSc Prof., Stara Zagora, Bulgaria.
О.Ю. Беспятых - д-р. биол. н., доц., Киров.
В.А. Илюха - д-р. биол. н., доц., Петрозаводск.
И.А. Плотников - д-р. биол. н., проф., Киров.
С.В. Бекетов - д-р. биол. н., вед. науч. сотр., Самара.
В.Н. Воронин - д-р. биол. н., проф., СПб.
А.Н. Квочко - д-р. биол. н., проф., Ставрополь.
А.О. Фролов - д-р. биол. н., гл. науч. сотр., СПб.
О.И. Станишевская - д-р. биол. н., проф., СПб.
А.Е. Болгов - д-р. с.-х. н., проф., Петрозаводск.
А.А. Лукин - д-р. биол. н., проф., СПб.
И.Ш. Шапиев - д-р. с.-х. н., проф., СПб.
Н.В. Пристач - д-р. с.-х. н., проф., СПб.
В.Б. Галецкий - д-р. с.-х. н., СПб.
Л.В. Романенко - д-р. с.-х. н., член РАЕ, СПб
В.И. Максимов - д-р. биол. н., проф., Москва
Редакционно-технический отдел
С. И. Мельников - к. вет. н., СПб.
О.С. Попова - к. вет. н., СПб.
В.В. Крюкова - к. вет. н., СПб (англ. яз)
Сдано в набор 15.09.2023
Подписано к печати 29.09.2023
Формат 70×100 1/16.
Бумага глянцевая № 1. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 19,00+0,25 цв. вкл.
Усл. Кр.-отт. 18,2.
Тираж 1001 экз.

Editorial council
K.V. Plemyashov - member.-corr. RAS, Doctor of Science, prof., St. Petersburg
L.Y. Karpenko - deputy editor, doctor of biology sciences, professor, St. Petersburg.
A.I. Yatusevich - deputy chief editor, doctor of veterinary sciences , professor, academic of RAS, Vitebsk.
Editorial council
N.L. Andreeva - doctor of veterinary sciences, professor, St. Petersburg
L. M. Belova - doctor of biology sciences, professor, St. Petersburg
M.I. Gulyukin - academic of RAS, doctor of veterinary sciences, prof., Moscow
N.V. Zelenevskiy - doctor of veterinary medicine, doctor of economics, prof, St. Petersburg.
S. P. Kovalev - doctor of veterinary sciences, prof., St. Petersburg.
A.A. Kudryashov - doctor of veterinary sciences, professor, St. Petersburg.
V. A. Kuzmin - doctor of veterinary sciences, professor, St. Petersburg.
M.N. Makarova - doctor of medicine, professor, St. Petersburg.
B.S. Semenov - doctor of veterinary sciences, professor, St. Petersburg
A.M. Smirnov - academic of RAS, doctor of veterinary sciences, prof., Moscow
V.V. Sochnev - corr. member of RAS, doctor of vet. sciences, prof., N. Novgorod.
A.A. Stekolnikov - editor in chief, academic of RAS, doctor of veterinary sciences, professor, St. Petersburg
A.A. Sukhinin - doctor of biology sciences., prof, St. Petersburg
A.N. Shikov - doctor of pharmacology sciences, prof., St. Petersburg
Mustafa Atasever - professor., Dr. Erzurum, Turkey
Y.K. Kovalenok - doctor of veterinary sciences, prof., Vitebsk
Kushva Galiba Mammadova - doctor, Azerbaijan
N.B. Sarsembayeva - doctor of vet. sciences, prof., Almaty, Republic of Kazakhstan
Ilia Tsachev - DVM, MSc, PhD, DSc, Prof., Stara Zagora, Bulgaria
O.Yu. Bespyatykh - doctor of biology sciences, associate professor, Kirov
V.A. Ilyuha - doctor of biology sciences, associate professor, Petrozavodsk
I.A. Plotnikov - doctor of biology sciences, professor, Kirov
S.V. Beketov - doctor of biology sciences, Samara
V.N. Voronin - doctor of biology sciences, professor, St. Petersburg
A.N. Kvochko - doctor of biology sciences, professor, Stavropol
A.O. Frolov - doctor of biology sciences, senior science member, St. Petersburg
O.I. Stanishevskaya - doctor of biology sciences, professor, St. Petersburg
A.E. Bolgov - doctor of agricultural sciences, professor, Petrozavodsk
A.A. Lukin - doctor of biology sciences, professor, St. Petersburg
I.S. Shapiev - doctor of agricultural sciences, professor, St. Petersburg
N.V. Pristach - doctor of agricultural sciences, professor, St. Petersburg
V.B. Galetsky - doctor of agricultural sciences, St. Petersburg.
L.V. Romanenko - doctor of agricultural sciences, member of RAE, St. Petersburg
V.I. Maximov - doctor of biology sciences, professor, Moscow
Editorial and technical Department
S.I. Melnikov - PhD of Vet. Med., St. Petersburg
O.S. Popova - PhD of Vet Med., St. Petersburg
V.V. Kriukova - PhD of Vet Med., St. Petersburg (English)
Sent to 15.09.2023
Signed for printing 29.09.2023
The format of 100 × 70 1/16 .
Glossy paper number 1. Offset printing.
Conv. Pec. liter. 19,00+0,25 fl. incl.
Conv. Cr. - ott . 18.2 .
Circulation 1001 copies.

На 1 странице обложки: Музей кафедры патологической анатомии и судебной ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Номер госрегистрации СМИ ПИ № ФС 77-28268 от 18 мая 2007 г. Подписной индекс в агентстве Роспечать 82393.

Учредитель — Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Санкт -Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» (ФГБОУ ВО «СПбГУВМ»)

Журнал основан в январе 2004 года в Санкт-Петербурге и входит в список ведущих рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

МВВ входит в базу данных Russian Science Citation Index.

Журнал распространяется по всем регионам России и Республике Беларусь (ВУЗЫ, НИИ, ВЕТЕРИНАРНЫЕ ОТДЕЛЫ).

Журнал выходит не менее 4 раз в год. В нем публикуются работы по всем основным вопросам ветеринарии и смежным дисциплинам.

В этот журнал Вы можете поместить рекламу Вашей фирмы. Объявления и коммерческая реклама публикуются после оплаты. Срок исполнения – в течение 3 месяцев.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных объявлений.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Мнение авторов и редакции по отдельным вопросам может не совпадать.

Плата с аспирантов за публикацию рукописи не взимается.

Справки и технические возможности типографии, в которой печатается журнал, оговариваются по телефону (812) 387-11-58.

Адрес редакции: 196084, СПб, ул. Черниговская дом 5, СПбГУВМ, редакция журнала «Международный вестник ветеринарии» (МВВ). тел 8-812 -387-11-58

RESEARCH AND PRODUCTION JOURNAL

The number of the state registration in mass media PI № FS77-28268 from may 18, 2007. Subscription index in the agency Rospechat 82393.

Founder — Federal state educational institution of higher professional education "Saint-Petersburg state University of veterinary medicine" (FSEI of HPE "SpbGUVM»).

The journal was founded in January 2004 in St. Petersburg and is included in the list of leading peer-reviewed scientific journals in which the main scientific results of dissertations for the degree of doctor and candidate of Sciences should be published.

International Bulletin of Veterinary Medi -cine is included in the Russian Science Citation Index database.

The journal is distributed in all regions of Russia and the Republic of Belarus (universities, research institutions , veterinary departments).

The magazine is published at least 4 times a year. It publishes papers on all major issues of veterinary medicine and related disci-plines.

In this magazine, you can place an advertisement for your company. Ads and commer-cial information are published after payment. The execution period is within 3 months.

The editorial board is not responsible for the content of advertisement.

When reprinting, a link to the journal is required.

The opinion of the authors and the editori -al board on certain issues may not coincide.

Postgraduates are not charged for the pub -lication of the manuscript.

Information and technical capabilities of the printing house where the magazine is printed are discussed by phone number (812) 387-11-58.

Editorial office address: 196084, St. Petersburg, Chernigovskaya str. 5, “SPbGUVM”, editorial office of the journal "International Bulletin of Veterinary Medicine" (MVV).

СОДЕРЖАНИЕ

Инфекционные болезни	• *Сравнение вирулентности некоторых штаммом микроорганизмов на модели личинки большой восковой моли и мышиной модели. Возможна ли замена? Тараскин А.О., Крышень К.Л.*	**18**
	• *Купирование бруцеллеза в остром очаге возвращающейся инфекции с применением вакцины из штамма B. abortus 82. Гордиенко Л. Н., Янченко Т. А., Куликова Е. В., Новиков А. Н.*	**29**
	• *Эвристические подходы к оценкам риска и прогнозам развития сепсиса у собак. Лаптев С.В., Пименов Н.В., Марзанова С.Н., Пермякова К.Ю., Иванникова Р.Ф.*	**35**
	• *Динамика лейкограммы крови цыплят в условиях экспериментального стафилококкоза. Моисеева А.А., Скворцов В.Н., Присный А.А., Логвинова С.С., Горбанёва А.С.*	**51**
	• *Анализ и оценка риска заноса возбудителей чумы мелких жвачных животных, оспы овец и оспы коз через территорию Западно-Казахстанской области в Российскую Федерацию. Падило Л.П., Агольцов В.А., Семиволос А.М., Семиволос С.А.*	**58**
Инвазионные болезни	• *Географические информационные системы в эпизоотологическом мониторинге паразитарных инвазий плотоядных, имеющих зоонозный потенциал. Храмченкова М.В.*	**66**
	• *Гельминтологический статус спортивных и племенных лошадей, вывозимых за пределы Российской Федерации. Дёмкина О.В., Соловьева И.А., Бондаренко Г.А., Трухина Т.И.*	**74**
	• *Заражённость леща плероцеркоидами лигулы (Ligula intestinalis) Черновского водохранилища Оренбургской области. Килякова Ю.В., Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Зуева М.С.*	**79**
	• *Эндопаразитофауна алтайских горных баранов (Ovis ammon ammon), сибирских горных козлов (Capra sibirica) и мелкого рогатого скота национального парка «Сайлюгемский», республика Алтай. Чупрак Д. И., Белова Л. М., Кужлеков А. О.*	**84**
Фармакология, токсикология, фармация	• *Окислительный стресс у животных при воздействии Циперметрина: механизмы развития и возможные риски. Герунов Т.В., Чигринский Е.А, Герунова Л.К.*	**94**
	• *Морфофункциональное состояние щитовидной железы у крыс при длительном низкодозовом воздействии Дельтаметрина. Чигринский Е.А., Герунова Л.К., Герунов Т.В., Шорин Н.В.*	**102**
	• *Элиминация 1,3,7-Триметил-ксантина у лабораторных животных при индуцировании токсического гепатита. Попова О. С., Понамарев В.С., Кострова А.В., Агафонова Л.А.*	**108**
Зоогигиена, санитария, кормление	• *Обмен энергии в организме бройлеров при введении экстракта Quercus cortex и Хлортетрациклина в рацион. Дускаев Г.К., Русакова Е.А., Лазебник К.С.*	**115**
	• *Выявление видовой фальсификации печени трески при помощи полимеразной цепной реакции. Калюжная Т.В., Орлова Д.А., Жмуркина П.С.*	**124**
	• *Оценка клинико-гематологического статуса при остром радиационном поражении кур ленинградской ситцевой породы. Югатова Н.Ю., Васильев Р.О., Хлесткин В.К., Драчев И.С., Назарова М.Д., Бревнова С.А.*	**129**

	• *Гуморальные показатели резистентности цыплят-бройлеров при комбинировании растительного экстракта и пробиотика. Козырев С. Г., Темираев Р.Б., Шевчук О.М., Шаипов А. А., Гугкаева М.С.*	**139**
	• *Дуоденально-илеальное соотношение пищеварительных ферментов при использовании разных белковых добавок в рационе кур-несушек. Полина С.И., Вертипрахов В.Г., Сергеенкова Н.А., Еременко В.В.*	**145**
	• *Влияние загрязнения на воспроизводство рыб в южной акватории Ладожского озера. Романов А.Ю., Аршаница Н.М.*	**156**
Биохимия, анатомия, физиология	• *Гистоморфология пузырьковидной и предстательной желез новорожденных поросят. Былинская Д.С., Зеленевский Н.В.*	**164**
	• *Скелетотопические ориентиры точек закрепления четырехглавой мышцы бедра у представителей псовых. Широкова Е.О., Слесаренко Н.А., Оганов Э.О.*	**171**
	• *Аминокислотный состав молока коров черно-пестрой породы в зимне-весенний период года (сообщение 1). Колесник Н. С., Зайцев С. Ю.*	**180**
	• *Корреляции основных биохимических и аминокислотных показателей молока коров в зимний и весенний сезоны (сообщение 2). Колесник Н. С., Зайцев С. Ю.*	**188**
	• *Морфологическое обоснование риска возникновения мастопатий у крупного рогатого скота. Слесаренко Н.А., Хрусталев Е. Н., Широкова Е.О.*	**195**
	• *Морфологические признаки нейрогенного воспаления в эпикардиальной жировой ткани крысы при старении. Чумасов Е. И., Петрова Е. С., Коржевский Д. Э.*	**203**
	• *Микроструктура органов пищеварительного канала Clarias gariepinus на фоне применения пробиотиков. Гринюк Е. С, Мкртчян М. Э., Сафронов Д. И., Ильина Л. А.*	**211**
	• *Патоморфологическое состояние рыб южной акватории Ладожского озера. Романов А.Ю., Карпов Д.Д., Аршаница Н.М., Зеленников О.В.*	**218**
	• *Весовой и линейный рост скелета домашних северных оленей ненецкой породы. Южаков А.А., Лайшев К.А., Мухачев А.Д.*	**224**
Акушерство и гинекология	• *Характеристика родов у высокопродуктивных свиноматок. Филатов А.В., Минин А.В.*	**237**
	• *Молочная продуктивность голштинского скота с различными генотипами гена Остеопонтин (OPN). Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю., Фаттахова З.Ф., Шакиров Ш.К.*	**246**
	• *Концентрация кисспептина, 17β-эстрадиола, прогестерона и кортизола в первый триместр стельности коров. Ширяев Г.В., Притужалова А. О., Никитин Г.С., Ширяева Н. А., Ларкина Т. А.*	**251**
	• *Сравнительная эффективность криозащитных разбавителей для семени петухов. Силюкова Ю.Л., Станишевская О.И.*	**258**
	• *Влияние гена основного фактора роста фибробластов (FGF2) на молочную продуктивность крупного рогатого скота голштинской породы. Муханина Е.Н., Сафина Н.Ю., Шакиров Ш.К., Гайнутдинова Э.Р.*	**267**

	• *Изменения микросателлитного профиля в опытном стаде северных оленей ненецкой породы. Николаев С.В., Матюков В.С., Филатов А.В.*	**275**
Хирургия	• *Воздействие низкочастотного ультразвука на функциональное и морфологическое состояние сетчатки кроликов. Вафиев А.С., Концевая С.Ю., Азнабаев Б.М., Мусина Л.А., Прусаков А.В., Дибаев Т.И.*	**284**
	• *Анализ причин заворота большой ободочной кишки у лошадей. Погорелов М. А., Стекольников А. А.*	**293**
Незаразные болезни	• *Влияние сочетанного применения Тулатромицина и Тималина при генитальном микоплазмозе у коров на показатели клеточного иммунитета. Васильев Р.М.*	**300**

CONTENTS

Infectious diseases	•*Comparison of virulence of some strains of microorganisms on the larva model of a large wax moth and a mouse model. Is replacement possible? Taraskin A.O., Kryshen K.L.*	**18**
	•*Relief of brucellosis in an acute focus of returning infection with the use of a vaccine from the strain B. abortus 82. Gordienko L. N., Yanchenko T. A., Kulikova E. V., Novikov A. N.*	**29**
	•*Heuristic approaches to risk assessment and prognosis of sepsis in dogs. Laptev S.V., Pimenov N.V., Mazanova S.N., Permyakova K.Yu., Ivannikova R.F.*	**35**
	•*Dynamics of chicken blood leukogram in experimental staphylococcosis. Moiseeva A.A., Skvortsov V.N., Prisny A.A., Logvinova S.S., Gorbaneva A.S.*	**51**
	•*Analysis and risk assessment of the introduction of small ruminant plague pathogens, sheep pox and goat pox through the territory of the West Kazakhstan region into the Russian Federation. Padilo L.P., Agoltsov V.A., Semivolos A.M., Semivolos S.A.*	**58**
Invasive diseases	•*Geographical information systems in epizootological monitoring of parasitic infestations of carnivores with zoonotic potential. Khramchenkova M.V.*	**66**
	•*Helminthological status of sports and breeding horses exported outside the Russian Federation. Demkina O.V., Solovyova I.A., Bondarenko G.A., Trukhina T.I.*	**74**
	•*Infection of bream with Ligula plerocercoids (Ligula intestinalis) of the Chernovsky reservoir of the Orenburg region. Kilyakova Yu.V., Miroshnikova E.P., Arinzhanov A.E., Zueva M.S.*	**79**
	•*Endoparasitofauna of Altai mountain sheep (Ovis ammon ammon), Siberian mountain goats (Capra sibirica) and small cattle of the Saylyugemsky National Park, Altai Republic. Chuprak D. I., Belova L. M., Kulikov A. O.*	**84**
Pharmacology, toxicology, pharmacy	•*Oxidative stress in animals exposed to Cypermethrin: mechanisms of development and possible risks. Gerunov T.V., Chigrinsky E.A., Gerunova L.K.*	**94**
	•*Morphofunctional state of the thyroid gland in rats with prolonged low -dose exposure to Deltamethrin. Chigirinsky E.A., Gerunova L.K., Gerunov T.V., Shorin N.V.*	**102**
	•*Elimination of 1,3,7-Trimethylxanthine in laboratory animals during induction of toxic hepatitis. Popova O. S., Ponomarev V.S., Kostrova A.V., Agafonova L.A.*	**108**
Zoohygiene, sanitation, feeding	•*Energy exchange in the body of broilers when introducing Quercus cortex extract and Chlortetracycline into the diet. Duskaev G.K., Rusakova E.A., Lazebnik K.S.*	**115**
	•*Identification of species falsification of cod liver by polymerase chain reaction. Kalyuzhnaya T.V., Orlova D.A., Zhmurkina P.S.*	**124**
	•*Assessment of the clinical and hematological status in acute radiation damage of Leningrad calico chickens. Yugatova N.Yu., Vasiliev R.O., Khlestkin V.K., Drachev I.S., Nazarova M.D., Brevnova S.A.*	**129**

	•*Humoral indicators of resistance of broiler chickens when combining plant extract and probiotic. Kozyrev S. G., Temiraev R.B., Shevchuk O.M., Shaipov A. A., Gugkaeva M.S.*	**139**
	•*Duodenal is the ideal ratio of digestive enzymes when using different protein supplements in the diet of laying hens. Polina S.I., Vertiprakhov V.G., Sergeenkova N.A., Eremenko V.V.*	**145**
	•*Influence of pollution on fish reproduction in the southern waters of Lake Ladoga. Romanov A.Yu., Arshanitsa N.M.*	**156**
Biochemistry, morphology, physiology	•*Histomorphology of the vesicular and prostate glands of newborn piglets. Bylinskaya D.S., Zelenevsky N.V.*	**164**
	•*Skeletotopic landmarks of the points of fixation of the quadriceps femoral muscle in representatives of canids. Shirokova E.O., Slesarenko N.A., Oganov E.O.*	**171**
	•*Amino acid composition of milk of black-and-white cows in the winter-spring period of the year (message 1). Kolesnik N. S., Zaitsev S. Yu.*	**180**
	•*Correlations of the main biochemical and amino acid parameters of cows' milk in winter and spring seasons (post 2). Kolesnik N. S., Zaitsev S. Yu.*	**188**
	•*Morphological justification of the risk of mastopathy in cattle. Slesarenko N.A., Khrustalev E. N., Shirokova E.O.*	**195**
	•*Morphological signs of neurogenic inflammation in rat epicardial adipose tissue during aging. Chumasov E. I., Petrova E. S., Korzhevsky D. E.*	**203**
	•*Microstructure of the organs of the digestive canal of Clarias gariepinus against the background of the use of probiotics. Grinyuk E. S., Mkrtchyan M. E., Safronov D. I., Ilyina L. A.*	**211**
	•*Pathomorphological state of fish in the southern water area of Lake Ladoga. Romanov A.Yu., Karpov D.D., Arshanitsa N.M., Zelennikov O.V.*	**218**
	•*Weight and linear growth of the skeleton of domestic reindeer of the Nenets breed. Yuzhakov A.A., Laishev K.A., Mukhachev A.D.*	**224**
Obstetrics, gynecology	•*Characteristics of childbirth in highly productive sows. Filatov A.V., Minin A.V.*	**237**
	•*Dairy productivity of Holstein cattle with different genotypes of the Osteopontin gene (OPN). Gainutdinova E.R., Safina N.Yu., Fattakhova Z.F., Shakirov S.K.*	**246**
	•*The concentration of kisspeptin, 17β-estradiol, progesterone and cortisol in the first trimester of pregnancy in cows.Shiryaev G.V., Prituzhalova A. O., Nikitin G.S., Shiryaeva N. A., Larkina T. A.*	**251**
	•*Comparative effectiveness of cryoprotective diluents for rooster seed. Silyukova Y.L., Stanishevskaya O.I.*	**258**
	•*The effect of the gene of the main fibroblast growth factor (FGF2) on the dairy productivity of Holstein cattle. Mukhanina E.N., Safina N.Yu., Shakirov S.K., Gainutdinova E.R.*	**267**
	•*Changes in the microsatellite profile in an experimental herd of Nenets reindeer. Nikolaev S.V., Matyukov V.S., Filatov A.V.*	**275**

Surgery	•*The effect of low-frequency ultrasound on the functional and morphological state of the retina of rabbits. Vafiev A.S., Kontsevaya S.Yu., Aznabaev B.M., Musina L.A., Prusakov A.V., Dibaev T.I.*	**284**
	•*Analysis of the causes of inversion of the large colon in horses. Pogorelov M. A., Stekolnikov A. A.*	**293**
Non-communicable diseases	•*The effect of the combined use of Tulatromycin and Thymalin in genital mycoplasmosis in cows on cellular immunity indicators. Vasiliev R.M.*	**300**

90 ЛЕТ – ВОЛОГОДСКОМУ ФИЛИАЛУ ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Вологодский филиал ФБГНУ ФНЦ ВИЭВ РАН входит в систему научных учреждений Российской академии сельскохозяйственных наук. Организация берет свое начало в 1932 году после перевода Северного краевого НИИ из г. Архангельска в г. Вологду и переименования его в краевую зональную станцию. В 1956 году станция получила новое название - «Вологодская научно-исследовательская ветеринарная станция» (НИВС).

В сентябре 2009 г. на основании приказа Российской академии сельскохозяйственных наук ГУ «Вологодская НИВС» реорганизована путем присоединения к ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. Я.Р. Коваленко РАСХН» (с декабря 2017г. – «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук») в качестве обособленного подразделения (Вологодский филиал). С этого периода и до 2020 г. в структуре филиала числилось две лаборатории, в том числе по изучению болезней животных незаразной этиологии и изучению болезней животных инфекционной этиологии. В 2021г. лаборатории объединились в один отдел с выполнением двух заданий РАН.

За 90-летний период научной деятельности сменилось девять руководителей организации, в том числе: С.А. Сидоровский, к. вет. н. (1932-1934 гг.), В.А. Малыгин (1934-1936 гг.), А.И. Коновалов, заслуженный ветврач РСФСР (1938-1956 гг.), А.А. Кудряков, к. вет. н. (1956-1962 гг.), А.И. Кузин, д. вет. н., заслуженный деятель наук (1962-1988 гг.), Е.А. Маринин, к. вет. н., заслуженный ветврач РФ (1988-1997 гг.), А.П. Горбунов, к. вет. н., заслуженный ветврач РФ (1997-2007 гг.), С.В. Тимошина, к. вет. н. (2007-2019 гг.), И.Н. Симанова, соискатель ученой степени кандидата ветеринарных наук (с 2019 г. и по настоящее время).

Основным направлением научных исследований филиала является разработка и совершенствование мероприятий по лечению и профилактике болезней сельскохозяйственных животных.

Так, в первые годы работы организации сотрудники станции занимались совершенствованием методов диагностики инфекционной анемии лошадей и мероприятий по борьбе с ней. Основанным исполнителем этой темы был В.К Красов. В 1938 году под его руководством и непосредственном участии были оздоровлены от ИНАН два района. В 1940 году область практически становится свободной от этого заболевания. Однако в военные и первые послевоенные годы заболевание вновь получило широкое распространение. В 1949 г. исследования по изучению ИНАН возобновились, но в 1950 г. они прекратились в связи со смертью исполнителя и начавшимся спадом заболеваемости.

Бруцеллез крупного рогатого скота впервые установлен в области в 1930 году. Научный сотрудник станции А. И. Коновалов первым в регионе начал проводить работу по оздоровлению хозяйств от этой болезни. Оздоровление он проводил двумя путями: постепенным удалением из стада бруцеллезных коров или одномоментной заменой коров всего стада. В результате этого ему в 1937 г. первым в СССР удалось оздоровить от бруцеллеза Холмогорский район. Это работа получила высокую оценку научных и практических работников и демонстрировалась в широком показе на сельскохозяйственной выставке в Москве.

В 1938 году в станции начались работы по изучению иммунитета и самовыздоровления при бруцеллезе. Старший научный сотрудник А.А. Тронин по рекомендации профессора С.И. Муромцева приготовил формолвакцину против бруцеллеза. Он проверил ее безвредность, специфичность, иммуногенность сначала на лабораторных животных, а

затем и на крупном рогатом скоте. Война помешала проверке вакцины в производственных условиях. Эта работа была проведена в послевоенные годы.

С 1946 года А.И. Коновалов проводил испытания вакцины из штамма 19. Этой вакциной прививался лишь молодняк. В 1946 г. было привито 4413 телят и в 1947 г. - 2314. Благополучные отелы привитых телок, отсутствие вспышек бруцеллеза в 1948-1949 годах свидетельствовали об эффективности вакцины. В 1952 году итоги испытания вакцины из шт. 19 рассматривали на техническом совете МСХ СССР. На основании исследований ВИЭВ, ГНКИ, Вологодской и Горьковской опытных станций было принято решение о внедрении ее в практику.

Большую работу по совершенствованию диагностики бруцеллеза провел А.А. Кудряков. Он вместе с М.Н Кульчицкой разрабатывал методы лечения этой болезни. Благодаря настойчивой и целеустремленной работе сотрудников станции, широкому внедрению вакцины из шт. 19 наша область в 1975 году была оздоровлена от бруцеллеза.

Изучение гельминтозов у животных и изыскание рациональных методов борьбы с ними начались в довоенные годы, но в связи с уходом сотрудников на фронт эти исследования прекратились. В 1950 году в области переболело фасциолезом 64 тысячи овец и 7 тысяч голов крупного рогатого скота, из которых 3,6 и 0,7 тысячи соответственно пало. Диктиокаулезом переболело 70,0 тысяч овец и 56,9 тысяч голов крупного рогатого скота, из которых 4,0 % пали.

Учитывая вышеизложенное, в 1952 году научный сотрудник станции В.В. Бородина начала исследования по разработке мероприятий по оздоровлению хозяйств от этих заболеваний. В последующие годы по этой тематике работали кандидаты ветеринарных наук Г.А. Котельников, Д.С. Шепелев, Ю.С. Чистяков, А.П. Горбунов. Благодаря их исследованиям с 1957 года клинического проявления фасциолеза в области не наблюдается, а к началу 70 годов удалось снизить гельминтоносительство до 1,4 %. В 1974 году исследования по этой тематике были прекращены.

Фундаментальные исследования по листериозу сельскохозяйственных животных провела кандидат ветеринарных наук М.Н Кульчицкая под руководством доктора биологических наук В.В. Сливко. Они изучили распространение и клиническое проявление этой болезни у различных видов сельскохозяйственных животных. Первыми в нашей стране разработали методы диагностики, специфического лечения и профилактики листериоза. Разработанная ими противолистериозная вакцина на протяжении нескольких лет широко применялась в различных регионах нашей страны.

Туберкулез крупного рогатого скота регистрировался в Вологодской губернии с 1895 года. В 1913 году был зарегистрирован первый случай заболевания туберкулезом свиней. Исследования по изучению туберкулеза начались в станции в 1949 году. По этой теме в различные годы работали В.К. Красов, Г.А. Козловский, В.И. Кузин, Л.К. Семина, Ю.А. Воеводина.

Директор станции А.И. Кузин (1962-1988 гг.) первый установил, что туберкулез крупного рогатого скота может протекать скрытно в виде так называемого «латентного микробизма» (латентной инфекции). В этих случаях не удается обнаружить у положительно реагирующих на туберкулин животных специфических туберкулезных изменений во внутренних органах и тканях, что вызывает большие трудности при постановке диагноза.

Он изучил это явление, выяснил условия его возникновения, способы распознавания и значение латентного микробизма в эпизоотическом процессе. Установил периодичность проявления эпизоотии туберкулеза, вскрыл новые пути распространении возбудителя болезни. С учетом полученных данных внес коррективы в противотуберкулезные мероприятия. Эффективность их доказана тем, что с 1983 года область благополучна по туберкулезу крупного рогатого скота.

Л.К. Семина под руководством доктора ветеринарных наук А. И. Кузина изучила

особенности проявления и причины возникновения неспецифических реакций на туберкулин. Разработала схема дифференциальной диагностики туберкулеза, аллергических исследований на туберкулез в благополучной зоне и с ограниченным распространением этой инфекции. Исследования в этом направлении продолжила Ю.А. Воеводина.

С 1965 года в станции проводятся исследования по лейкозу крупного рогатого скота. Исследованиями по этому вопросу занимались А.И. Кузин, М.В. Печерская, Т.В. Щекотурова, С.В. Тимошина, А.П. Горбунов.

М.В. Печерская первая в области освоила серологический метод диагностики лейкоза (РИД). В 1982 году с разрешения Главного управления ветеринарии Министерства сельского хозяйства РСФСР под ее руководством начато оздоровление пяти хозяйств с использованием серологического метода диагностики лейкоза. В основу оздоровления было положено разделение стада на две группы: серопозитивную и серонегативную, их раздельное содержание и постепенная замена животных первой группы животными из второй группы.

Опыт нашей области по оздоровлению хозяйств от лейкоза был учтен при разработке инструкции 1984 года, в которой законодательно было закреплено разделение стада на две группы. Также было доказано, что исследование молодняка крупного рогатого скота через три месяца, а не через шесть, как предлагалось в инструкции, позволяет сократить инфицированность телок случного возраста в два раза.

Последующие исследования Т.В. Щекотуровой, С.В. Тимошиной, А.П. Кузнецова позволили разработать 4 схемы оздоровления хозяйств от лейкоза. Благодаря их внедрению за период с 1990 по 2007 годы оздоровлено от лейкоза 390 неблагополучных пунктов. За успешное оздоровление хозяйств области от лейкоза два сотрудника станции: М.В. Печерская и Т.В. Щекотурова в 2001 году стали лауреатами государственной премии Вологодской области по науке и технике.

Вологодская НИВС одна из первых начала исследования по специфической профилактике лейкоза. В 1999-2000 годах изучалась эффективность живой рекомбинантной вакцины, изготовленной в лаборатории вирусологии Московского государственного университета прикладной биотехнологии. Однако проведенные исследования показали, что она не обеспечивает защиту животных от инфицирования вирусом лейкоза.

Совместно с сотрудниками ВИЭВ была отработана ПЦР-диагностика лейкоза с сывороткой крови коров в хозяйствах с единичными случаями выделения серопозитивных животных. В результате проведенных исследований выделено и зарегистрировано в Международной базе данных GenBank NCBI (JN695878 – JN695882) пять последовательностей полноразмерного гена env изолятов ВЛ КРС из Вологодской области.

Промышленный способ получения молока остро выдвинул проблему борьбы с маститами коров. Этому вопросу были посвящены исследования Т.К. Петрачевой и А.К. Карагеза (с 1965 по 1985 гг.). На основании этих исследований они пришли к выводу, что в профилактике заболеваний вымени у коров большое значение имеет не только раннее выявление и лечение субклинических маститов, но и своевременное устранение функциональных расстройств молочной железы, как предвестников воспалительных процессов в ней.

С переводом животноводства на промышленную основу наибольшую активность приобрела проблема болезней молодняка. Для решения этого вопроса требовался комплексный подход, поэтому для проведения исследований были привлечены научные сотрудники двух лабораторий: лаборатории болезней молодняка – А.П. Горбунов, В.В. Масанская, З.Н. Морогина, В.Н. Макарова, позднее – И.Н. Симанова, О.Б. Бадеева, М.В. Корюкина; зоогигиены и ветеринарной санитарии – Е.А. Маринин, Т.А. Смолина, Т.В. Ворошилова, позднее – Л.К. Семина, Е.А. Рыжакина, Н.Н. Авдуевская.

В результате исследований З.Н. Морогина выяснила этиологию желудочно-кишечных болезней телят, разработала и внедрила различные схемы лечения и меропри-

ятий по их профилактике, которые обладали высокой эффективностью на региональном уровне.

Исследованиями В.В. Масанской (1977-2000 гг.) было установлено, что желудочно-кишечные болезни новорожденных поросят вызываются патогенной кишечной палочкой или они носят полиэтиологический характер, когда в их возникновении участвуют различные вирусы, бактерии и другие микроорганизмы. Для профилактики колибактериоза поросят ей разработана и внедрена в практику вакцина, приготовленная из местных штаммов кишечной палочки. Указанная вакцина применялась на свиноводческом комплексе «Ботово» в 1980-1992 годах. В процессе работы В.В. Масанская в соавторстве получила патент на изобретение «Эшерихиозный анатоксин, способ его получения и способ активной профилактики отечной болезни поросят-отъемышей». Ее работы по профилактике желудочно-кишечных болезней поросят вызывали интерес ветеринарных работников других областей. По их приглашению она выезжала в хозяйства республики Коми, Костромской, Свердловской, Ярославской областей для выяснения причин массовых заболеваний поросят и разработке профилактических мероприятий по их ликвидации.

А.П. Горбунов установил этиологическую структуру респираторных болезней телят, разработал схемы специфических профилактических обработок. Для лечения и профилактики респираторных болезней телят предложил использовать лекарственные препараты в виде аэрозолей. Он установил зависимость между микробной загрязненностью воздуха профилакториев и заболеваемостью телят. Для снижения влияния микробного фактора испытал различные способы санации профилакториев.

Л.К. Семина, Т.В. Ворошилова выявили влияние условно-патогенной микрофлоры на некоторые показатели, характеризующие естественную резистентность телят. Разработали метод индексной оценки резистентности телят, способ выявления стрессовых состояний у животных.

Е.А. Маринин, Т.А. Смолина, Т.Г. Ворошилова разработали рекомендации по гигиене содержания сухостойных коров и выращиванию новорожденных телят, по реконструкции животноводческих помещений. Актуальность и научная новизна исследований по болезням молодняка подтверждена двумя авторскими свидетельствами на изобретение и пятью патентами.

Помимо выполнения основных НИР научные сотрудники станции проводили научно-исследовательские работы по договорам с хозяйствами области и Департаментом сельского хозяйства Вологодской области по вопросам разработки и совершенствованию мероприятий по лечению и профилактике болезней сельскохозяйственных животных.

Лаборанты-исследователи станции занимались производством и реализацией ветеринарных препаратов по заявкам специалистов сельскохозяйственных предприятий области, в том числе биостимульгина, биотетранора, дезпаркама, селенита натрия, спленивита, сыворотки крови, амбиола, тканевой вакцины, ихтиоглюковита, камфорной сыворотки, мастивита, бифидобактерина, растворов новокаина и физиологического раствора.

Выполнение договоров и производство указанных выше препаратов позволило в 90-е годы стабилизировать финансовое состояние организации и сохранить тем самым коллектив в полном составе.

На протяжении всей своей деятельности НИВС поддерживает тесную связь с практическими ветеринарными специалистами. Научные исследования сотрудники проводят в животноводческих хозяйствах, в результате этого большая часть научных разработок внедряется в практику.

Основными направлениями научно-исследовательской деятельности Вологодской НИВС являлись:

- Совершенствование методов диагностики и мероприятия по борьбе с инфекционной анемии лошадей (1933-1950 годы);

- Разработка методов диагностики, специфического лечения и профилактики бруцеллеза крупного рогатого скота (1934 - 1975 годы);

- Разработка мероприятий по борьбе с гельминтозами сельскохозяйственных животных (1940 – 1974 годы);

- Изучение причин возникновения, разработка мер лечения и профилактики бронхопневмонии у овец (1946 – 1955, 1976 – 1980 годы);

- Разработка и внедрение методов профилактики и лечения болезней, вызывающих бесплодие крупного рогатого скота (1949 – 1991 годы);

- Изучение беломышечной болезни сельскохозяйственных животных (1958 – 1962 годы);

- Изучение и разработка мероприятий по профилактике и лечению атрофического ринита свиней (1959 – 1964 годы);

- Изучение, разработка методов диагностики, лечения и профилактики листериоза (1954 – 1960 годы);

- Совершенствование мероприятий по борьбе с туберкулезом сельскохозяйственных животных и птицы (1949 – 1995 годы);

- Изучение и разработка мероприятий по борьбе с лейкозом крупного рогатого скота (1965 – 2005 годы);

- Исследования по гигиене содержания коров и новорожденных телят (1975 – 2005 годы);

- Изучение, разработка методов лечения и профилактики заболеваний молочной железы у коров (1965 – 1980, 2006 – 2019 годы);

- Изучение, разработка мероприятий по лечению и профилактики болезней молодняка сельскохозяйственных животных (с 1954 года и по настоящее время).

После реорганизации НИВС сотрудниками филиала была продолжена работа по следующим направлениям:

- Изучение особенностей проявления эпизоотического процесса при лейкозе крупного рогатого скота и мониторинг эпизоотического состояния хозяйств Вологодской области по лейкозу.

Решением вопросов по ликвидации лейкоза крупного рогатого скота продолжили заниматься до 2015 г. сотрудники филиала С.В. Тимошина, О.Б. Бадеева.

Усовершенствованная исполнителями система мероприятий по профилактике и борьбе с лейкозом крупного рогатого скота, применяемая при оздоровлении хозяйств Вологодской области, позволила сократить количество неблагополучных пунктов с 470 (1990 г.) до 1 (2012 г.), количество гематологически больных животных с 4123 до 6 голов и количество серопозитивных животных соответственно с 41,6 тыс. до 204 голов. В 2015 г. в области были сняты ограничения с последнего неблагополучного по лейкозу пункта, процент выделенных вирусоносителей в среднем по области составил 0,014%.

Приоритет и оригинальность данной системы защищены двумя патентами РФ (№ 2264628 и № 2268589) и диссертационной работой С.В. Тимошиной, а также рядом научных публикаций и договорами с Департаментом сельского хозяйства Вологодской области.

- Изучение гастроэнтеритов молодняка сельскохозяйственных животных различной этиологии. Определение эффективности специфической профилактики при желудочно-кишечных заболеваниях молодняка крупного рогатого скота.

Изучением этиологии, разработкой системы мероприятий по профилактике желудочно-кишечных заболеваниях молодняка крупного рогатого скота продолжили заниматься сотрудники филиала В.Н. Макарова, И.Н. Симанова, О.Б. Бадеева, М.В. Корюкина.

По результатам проведенных исследований исполнителями установлена ведущую роль инфекционного фактора в возникновении гастроэнтеритов телят. В бактериальных

ассоциациях отмечены такие сочетания как E.Coli+Streptococcus (26,4 %), Clostridium+Streptococcus (36,8 %), Pseudomonas+ Clostridium+Streptococcus (36,8 %).

Методом ПЦР в материале, полученном от телят, выделены изоляты вируса, которые на основании данных сравнительного анализа частично расшифрованных последовательностей генов и филогенетического анализа были идентифицированы как альфагерпесвирус крупного рогатого скота типа 5.

По результатам испытания вакцины против рота– коронавирусного энтерита и эшерихиоза (производство ФГБНУ ВИЭВ) сотрудниками получен иммунный ответ на ее введение у всех животных опытных групп. Доказано, что вакцина обладает достаточной антигенной активностью и может применяться в животноводстве как способ специфической профилактики желудочно-кишечных болезней молодняка.

- Изучение этиологической структуры мастита в хозяйствах Вологодской области. Разработка новых методов профилактики инфекционного мастита коров.

Мастит у коров до сих пор остается самым распространенным заболеванием на молочных фермах и комплексах области. С 2006 г. возобновили работу по проблеме маститов Л.К. Семина, Т.Г. Ворошилова, З.А. Скулябина, Е.А. Рыжакина, Н.Н. Авдуевская, Е.В. Ремизова.

Исполнителями выявлено массовое переболевание коров маститом в обследованных хозяйствах. Установлено, что сопутствующими причинами возникновения массовых маститов у коров в обследованных хозяйствах являются механические повреждения слизистой сосков вымени в связи с техническими неполадками в молочном оборудовании (изношенная сосковая резина, нестабильная регуляция уровня вакуума), а также нарушения правил машинного доения (неполное выдаивание задних долей вымени, холостое доение, пропуск очередного доения, отсутствие средств для обработки вымени до и после доения и др.).

Определены причины возникновения и распространения болезни у коров и первотелок в обследованных хозяйствах. Установлены основные возбудители инфекционного мастита, в том числе стафилококки (патогенные и условно-патогенные) и стрептококки (43,9% и 36,4% соответственно), энтеробактерии (10,6%), смешанная микрофлора (9,1%).

Результаты испытаний, проведенных исполнителями в течение 2014-2019 гг. в ряде хозяйств Вологодской области на коровах и нетелях с использованием ассоциированной вакцины против мастита коров кокковой этиологии «Стрептостаф» (изготовлена из инактивированных культур стрептококков серогруппы С (Streptococcuseqvisubsp. Zooepidemicus), серогруппы В (Streptococcusagalactiae), Staphylococcusaureus согласно «Способу получения вакцины против стрептококкоза и пастереллеза нутрий» (патент 2099083), позволили определить наиболее эффективную схему вакцинации животных и разработать «Способ специфической профилактики маститов у коров».

На основании результатов исследований, разработаны «Комплекс мероприятий по снижению заболеваемости коров маститом и получению молока высокого санитарного качества» (Методические наставления, 2010г.) и «Методическое пособие по профилактике массовых маститов у коров» (2019 г.).

Кроме перечисленного, в организации успешно проводится работа по подготовке научных кадров. За период существования организации сотрудниками защищена одна докторская и 26 кандидатских диссертаций. В настоящее время два сотрудника (И.Н. Симанова и Н.Н. Авдуевская) являются соискателями ученой степени кандидата ветеринарных наук.

За 90 лет работы НИВС, позднее Филиала ВИЭВ, сотрудниками по названным выше направлениям опубликовано более 600 научных статей в различных изданиях. Издано 5 сборников работ, 8 материалов конференций и 4 монографии.

Предложено для внедрения в практику хозяйств Вологодской области и Северо-

Западного региона РФ 65 разработок и рекомендаций. Получено 2 авторских свидетельства на изобретения, 12 патентов.

На сегодняшний день в штате филиала 26 человек, из них 9 научных сотрудников (в т.ч. 3 кандидата наук). Наряду с ветеранами Семиной Л.К., Макаровой В.Н., Балдичевой Г.А., Скулябиной З.А. успешно трудится молодежь: Симанова И.Н., Бадеева О.Б., Корюкина М.В., Авдуевская Н.Н., Ремизова Е.В.

В настоящее время коллектив Филиала совместно с сотрудниками ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН выполняет научно-исследовательскую работу по двум тематикам научных исследований на 2022-2026 гг.: «Выявление корреляции между культуральными, морфологическими, биохимическими, серологическими и молекулярно-биологическими методами исследования бактерий из музея типовых культур и полевых штаммов микоплазм» и «Мониторинг распространенности смешанных желудочно-кишечных и респираторных инфекций крупного рогатого скота в хозяйствах Вологодской области».

Помимо выполнения плановых НИР сотрудники филиала оказывают услуги сельскохозяйственным предприятиям области, в том числе консультативно-методическую помощь ветеринарным специалистам по вопросам:

- выяснение причин, лечение и профилактика желудочно-кишечных и респираторных болезней молодняка сельскохозяйственных животных;
- выяснение этиологии, лечение и профилактика массовых маститов коров в хозяйствах Вологодской, Ярославской и Костромской областей.
- выявление микоплазм из биологического материала (влагалищная слизь, носовые истечения) коров и телят в хозяйствах области.

Таким образом, профессиональный коллектив Вологодского филиала ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН способен сегодня выполнять комплекс задач, поставленных перед нами головным институтом, и возникающих у практических ветспециалистов в рамках тематики научных исследований филиала.

Коллектив авторов: Семина Л. К. – к. вет. н., вед. науч. сотр., Макарова В.Н. – к. вет. н., ст. науч. сотр., Бадеева О.Б. – ст. науч. сотр., Симанова И.Н. – зав. отделом по изучению болезней животных инфекционной этиологии, Корюкина М.В. – науч. сотр.

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК: 599.323.45: 616.9-092.9
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.18

СРАВНЕНИЕ ВИРУЛЕНТНОСТИ НЕКОТОРЫХ ШТАММОМ МИКРООРГАНИЗМОВ НА МОДЕЛИ ЛИЧИНКИ БОЛЬШОЙ ВОСКОВОЙ МОЛИ И МЫШИНОЙ МОДЕЛИ. ВОЗМОЖНА ЛИ ЗАМЕНА?

Тараскин А.О.* – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0003-4039-9266); **Крышень К.Л.** – руководитель отдела специфической токсикологии и микробиологии (ORCID 0000-0003-1451-7716).

АО «НПО «ДОМ ФАРМАЦИИ»

*taraskin.ao@doclinika.ru

Ключевые слова: *вирулентность, LD50, Galleria mellonella, мышь линии ICR CD1, доклинические исследования, концепция 3R.*

Key words: *virulence, LD50, Galleria mellonella, ICR CD1 mouse, preclinical studies.*

Поступила: 12.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

На сегодняшний день проведение экспериментов с участием животных затруднено по причине дороговизны, сложности воспроизводимости, а также этическими нормами современного общества. Концепция 3R, разработанная в прошлом столетии поощряет разработку альтернативных тест-систем. Среди прочих альтернативных тест-систем особое место занимает личинка большой восковой моли. Использование личинок большой восковой моли (Galleria melonella) в качестве тест-системы для определения вирулентных свойств микроорганизмов является перспективным направлением и создает возможность удешевления исследований. Однако, не во всех экспериментах исследователи могли зарегистрировать одинаковые полулетальные дозы для выбранных штаммов при сравнении тест-системы Galleria melonella и млекопитающих. Ранее было проведено исследование, где среди прочего определили полулетальные дозы некоторых штаммов при использовании тест-системы Galleria melonella. Целью данного исследования было сравнить полулетальные дозы выбранных штаммов при введении их G. mellonella и мышам. Для проведения эксперимента животным внутрибрюшинно вводили суспензии эталонных штаммов Escherichia coli ATCC 25922 (ВКПМ B – 8076), Staphylococcus aureus ATCC 29213, Streptococcus pneumoniae ATCC 6303 и клинических изолятов Escherichia coli ENV 194, Staphylococcus aureus SA 0077 (MRSA), Streptococcus pneumoniae 1068 19 A. После заражения за животными наблюдали ежедневно на протяжении всего эксперимента. Во время ежедневного клинического наблюдения визуально отмечали (при наличии) клинические признаки, свидетельствующие о развитии инфекционного процесса, а также регистрировали массу тела.

После определения LD50 результаты были сопоставлены с полученными данными в эксперименте с личинками большой восковой моли. В результате сравнения полулетальных доз выбранных штаммов можно сделать вывод об отсутствии четкой корреляции между данными, полученными в двух экспериментах.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Вирулентность – это степень патогенности микроорганизма, фенотипическое выражение патогенного генотипа. Вирулентность устанавливается в острых экспериментах с последующим расчетом полулетальной дозы (LD_{50}), способной вызвать гибель половины инфицированных животных. Для этой цели чаще всего используют мышей и другие виды, например, морских свинок и кроликов. Использование животных в доклинических исследованиях – одна из сложнейших этических проблем современного мира. Вопрос о сокращении использования позвоночных животных возник ещё в прошлом столетии. В шестидесятых годах 20 века была сформулирована концепция 3R, на основании которой научное сообщество было призвано заменять млекопитающих на животных, находящихся на более низких филогенетических уровнях, при проведении экспериментов [1, 2]. В некоторых экспериментах уже сейчас позвоночные заменены насекомыми, в том числе и личинкой большой восковой моли (*G. mellonella*) [3, 4]. По сравнению с традиционными тест-системами, состоящими большей частью из млекопитающих, *G. mellonella* дешевле, проще в уходе (так как не требует особых условий содержания), а короткая продолжительность жизни делает их идеальными для высокопроизводительных исследований. Сходство с каскадами иммунного ответа у млекопитающих и насекомых послужило причиной активного использования личинок для моделирования инфекций [5]. В одном из исследований на личинках большой восковой моли авторы подтвердили гипотезу о корреляции вирулентности штаммов стрептококков группы А при заражении личинки восковой моли и мышей [4]. Однако, в эксперименте со штаммами *Acinetobacter baumannii* было установлено, что для некоторых штаммов LD_{50} при заражении личинок и мышей совпадали, а для некоторых она различалась [6]. Из чего следует, что тест-система *G. mellonella* не всегда может послужить заменой традиционных тест-систем.

Ранее было проведено исследование, где была установлена полулетальная доза некоторых бактериальных штаммов для личинки большой восковой моли [7]. Данное исследование провели, чтобы подтвердить возможность замены мышей на личинок в экспериментах с участием этих штаммов. Цель – сравнить LD_{50} выбранных штаммов при введении их *G. mellonella* и мышам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Микроорганизмы

Для индукции патологии выбраны бактериальные штаммы, которые использовались в эксперименте на личинках [7]. Они были представлены эталонными штаммами из Американской коллекции типовых культур (American Type Culture Collection, ATCC): *Escherichia coli* ATCC 25922 (ВКПМ В – 8076), *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Streptococcus pneumoniae* ATCC 6303, а также клиническими изолятами, из коллекции ФГБУ «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней» ФМБА России: *Escherichia coli* ENV 194, *Staphylococcus aureus* SA 0077 (MRSA), *Streptococcus pneumoniae* 1068 19 A. Перед началом эксперимента микроорганизмы *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* были активированы высевом на Tryptic Soy агар, штаммы *Streptococcus pneumoniae* высевали на Tryptic Soy агар с добавлением дефибринированной бараньей крови до окончательной концентрации 5,0%. Условия культивирования на питательных средах для получения культуры: инкубация в термостате при температуре +35±2 °С в аэробной атмосфере в течение 24 часов для штаммов *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*, для *Streptococcus pneu-*

moniae при температуре +35±2 °С в течение 48 часов атмосфера 4-6 % CO_2.

Животные

В исследовании было использовано 130 самцов мыши линии ICR CD1 в возрасте от 8 до 12 недель. Животные были предоставлены питомником АО «НПО «ДОМ ФАРМАЦИИ». Для эксперимента животных распределили в группы по 5 особей методом модифицированной блочной рандомизации [8].

После введения бактериального штамма животные содержались в индивидуально-вентилируемых клетках Shanghai Pretty Industries Co., Ltd (Китай) по 5 особей в одной клетке. Животных содержали в условиях с соблюдением основных зоогигиенических требований: температурный режим 18-26 °С, влажность 40–50%, 12-часовой световой день, свободный доступ к корму и воде [9]. Протокол данного эксперимента был одобрен биоэтической комиссией АО «НПО «ДОМ ФАРМАЦИИ» (протокол № 1.15/22 от 08.04.2022).

Дизайн эксперимента.

В соответствии с правилами 3R было принято решение о проведении экспериментальной части исследования в два этапа для уменьшения количества животных. Целью первого этапа являлась предварительная оценка летальности штаммов при внутрибрюшинном введении суспензии бактерий (штаммы *St. aureus, Str. pneumoniae, E.Coli*). Для этого были сформированы 6 групп по 5 особей. В первый день каждое животное взвешивали, затем внтутрибрюшинно заражали суспензией выбранного штамма в дозе $2{,}5\times10^{10}$ КОЕ/кг. За животными наблюдали ежедневно на протяжении всего эксперимента. Во время ежедневного клинического наблюдения визуально отмечали (при наличии) клинические признаки, свидетельствующие о развитии инфекционного процесса. С целью объективизации полученных данных и оценки выраженности патологии применялась балльная система (таблица 1), основанная на степени выраженности клинического признака. Количество баллов здорового животного было равно 5 как сумма максимальных баллов для каждого показателя. По мере развития патологического процесса количество баллов снижалось. Животные, погибшие до окончания этапа, были подвергнуты процедуре некропсии, в процессе которой регистрировали макроскопические изменения в органах и тканях. Выживших к 7 дню животных эвтаназировали путем цервикальной дислокации и выборочно подвергали патоморфологическому исследованию.

После окончания первого этапа были отобраны штаммы для второго этапа, выбор производили согласно разработанной блок-схеме (рис. 1).

Для второго этапа сформировали 20 групп по 5 особей. Для каждого штамма использовали 5 доз заражающей суспензии ($2{,}5\times10^{9}$ КОЕ/кг, $2{,}5\times10^{8}$ КОЕ/кг, $2{,}5\times10^{7}$ КОЕ/кг, $2{,}5\times10^{6}$ КОЕ/кг, $2{,}5\times10^{5}$ КОЕ/кг). Каждой дозой суспензии заражали 5 особей. Таким образом, одним штаммом были заражены 5 групп, каждой группе вводили определенную дозу суспензии. Схема манипуляций на втором этапе осталась прежней. После второго этапа были установлены диапазоны полулетальных доз для выбранных штаммов.

Статистическая обработка цифрового материала (коэффициент корреляции Спирмена) была проведена с использованием программ Microsoft Excel и GraphPad Prism 9.2.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

По результатам первого этапа было установлено, что необходимой вирулентностью обладали только штаммы E. coli и Str. pmeumoniae (рис. 2). Смертность в группах наблюдали на следующий день после заражения. Штаммы Str. pneumonia ATCC 6303 и E. coli ATCC 25922 обладали 100% летальностью при использовании выбранной дозы. Летальность штаммов Str. pneumoniae 1068 19A и E. coli ENV 194 составила 80% и 60%, соответственно. При проведении исследования у животных проводили клинической осмотр и взвешивание. Во время клинического осмотра фиксировали признаки развития заболевания. По мере прогрес-

Таблица 1

Балльная система учета показателей здоровья мышей

Критерий	Описание	Оценка
Реакция на раздражители	Сниженная	0
	Норма	1
Масса тела	Снижается	0
	Не изменяется или повышается	1
Положение тела в пространстве	Сгорбленная поза	0
	Нормальная поза	1
Состояние шерсти	Взъерошенная и грязная	0
	Взъерошенная	1
	Норма	2

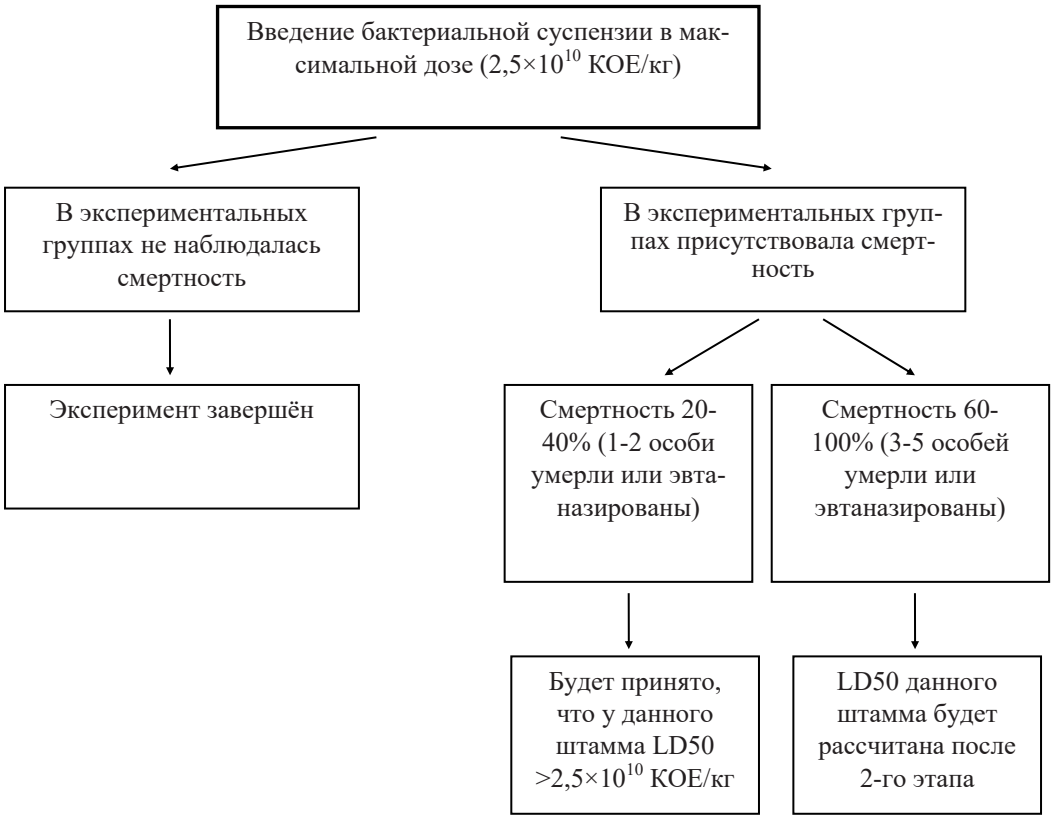


Рис. 1 – Блок-схема возможных вариантов развития эксперимента

сирования патологических процессов, вызванных заражением животных, уменьшалось количество баллов (рис. 3). Снижение количества баллов было сопоставимо с изменением массы тела экспериментальных животных на протяжении первого этапа.

Чаще остальных признаков перед гибелью регистрировали снижение активности и сгорбленную позу. Масса тела животных, зараженных штаммами E. coli ATCC 25922 и Str. pneumoniae ATCC 6303 снижалась постепенно вплоть до гибели. Масса тела животных, зараженных штаммами E. coli ENV 194 и Str. pneumoniae 1068 19A, снизилась после заражения, но начиная с четвертого и пятого дней, соответственно, постепенно восстанавливалась. У животных, зараженных штаммами St. aureus, масса тела изменялась схожим образом.

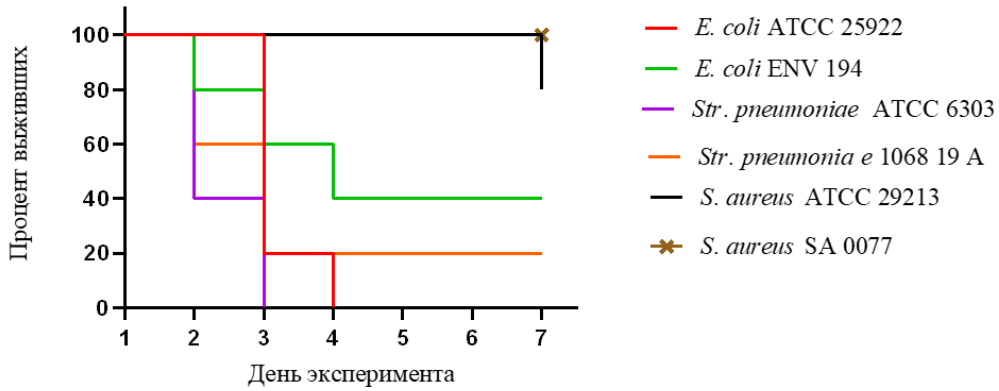


Рис. 2 – Кривая выживаемости Каплана-Мейера на первом этапе.

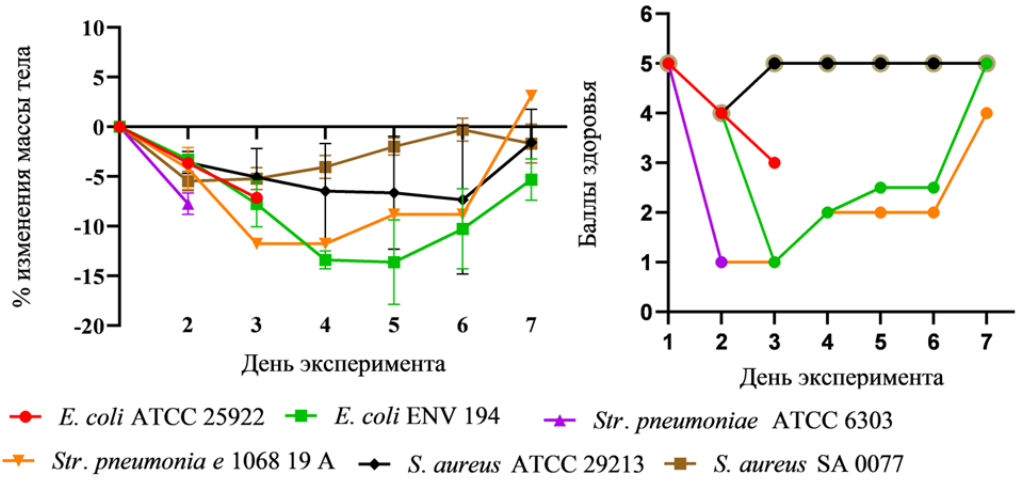


Рис. 3 – Изменение массы тела животных на первом этапе (а) и изменение количества баллов (б)

Согласно вышеизложенному плану, штаммы S. aureus не были выбраны для проведения второго этапа, так как летальность в группах, зараженных данными штаммами, не достигла необходимой отметки. Исходя из полученных данных можно утверждать, что полулетальная доза данных штаммов выше используемой дозы (>2,5×1010 КОЕ/кг).

На основании полученных результатов для проведения второго этапа были выбраны штаммы E. coli и Str. pneumoniae. В качестве максимальной концентрации вводимой суспензии использована доза 2,5×109 и еще 4 десятикратных разведения. На втором этапе животным после взвешивания внутрибрюшинно вводили суспензию выбранного штамма в определенной дозе. Далее ежедневно, в течение 7 дней, проводили клинический осмотр и взвешивание. По итогам второго этапа установлено, что смертность наблюдалась только в группах, зараженных штаммом Streptococcus pneumoniae ATCC 6303 (рис.4). Другие штаммы на втором этапе не вызывали гибели. При клиническом осмотре в группах животных, зараженных штаммами E. coli и Str. pneumoniae 1068 19 A не было установлено каких-либо отклонений кроме изменения массы тела. При заражении мышей в четырех установленных дозах штаммом Streptococcus pneumoniae ATCC 6303 при клиническом осмотре регистрировали все признаки развития инфекционного процесса. В группе с наименьшей дозой ухудшения состояния после инфицирования данным штаммом не наблюдалось, смертность в этой группе также отсутствовала (рис. 4). У животных зараженных штаммом E. coli ATCC 25922 на втором этапе наблюдалось дозозависимое изменение массы тела (рис.5). Так, в группах животных, зараженных в дозах 2,5×109 КОЕ/кг и 2,5×108 КОЕ/кг наблюдалось снижение массы после заражения, в то время как в группах с меньшими дозами наблюдалось повышение. Аналогичная динамика массы тела была и в группах, зараженных штаммом E. coli ENV 19. Масса тела животных, инокулируемых штаммом Str. pneumoniae ATCC 6303, снизилась после заражения на второй день в трех группах. Заражение животных штаммом Str. pneumoniae 1068 19 A не вызвало значительного снижения массы тела экспериментальных животных, в группах, зараженных данным штаммом на втором этапе наблюдался физиологический прирост массы тела.

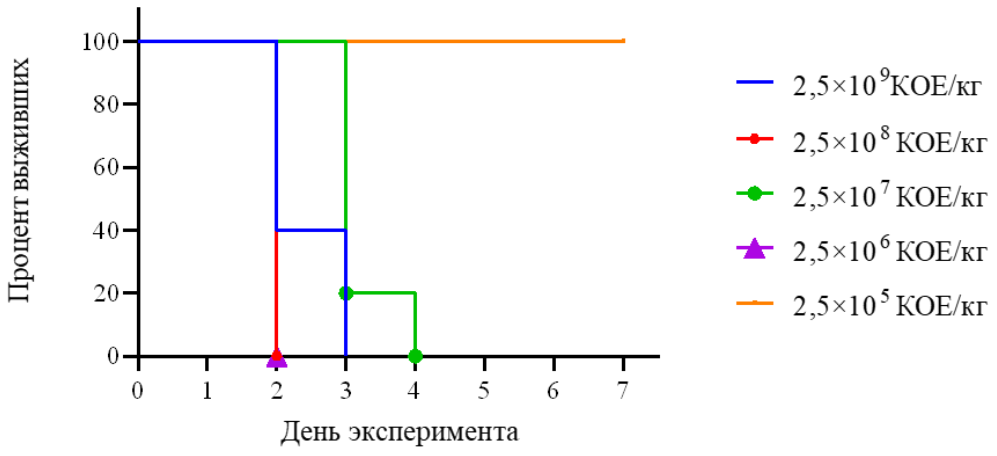


Рис. 4 – Кривая выживаемости Каплана-Мейера на втором этапе для животных, зараженных суспензиями Streptococcus pneumoniae ATCC 6303.

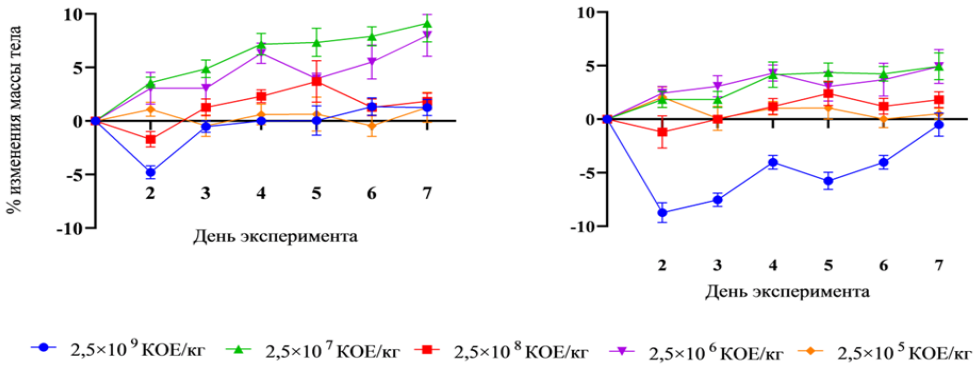


Рис. 5 – Изменение массы тела животных на втором этапе (а) E. coli ATCC 25922 и (б) E. coli ENV 194

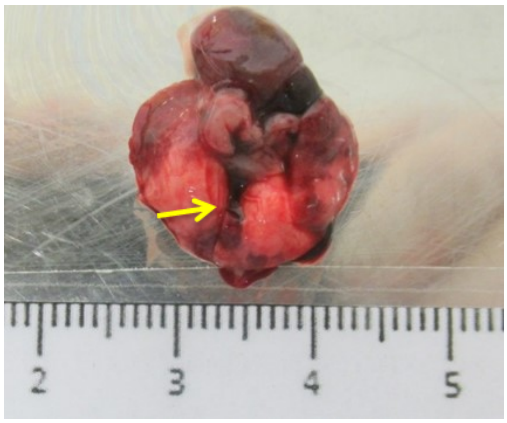


Рис. 6 – Эвисцерированные лёгкие и сердце: отёк, гиперемия и кровоизлияния в лёгких. Стрелкой указано кровоизлияние.

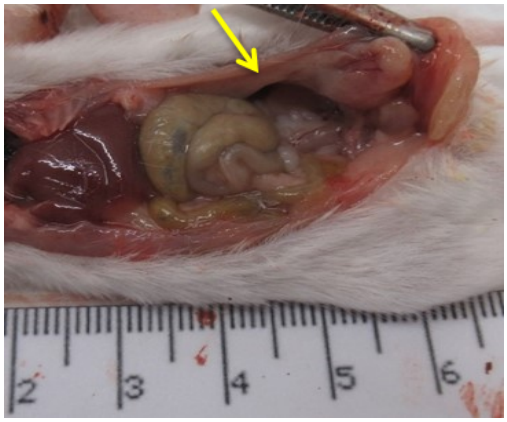


Рис. 7 – Место введения (брюшина и брюшная полость): спайка между брюшиной и придатком семенника.

У животных, которые погибали до окончания эксперимента, чаще всего регистрировали полнокровие органов и тканей. Зарегистрированные изменения внутренних органов у павших животных в совокупности со смертельным исходом сопоставимы с описанием гибели из-за развития септического шока в литературных данных [10, 11]. У большинства животных регистрировали отек и полнокровие внутренних органов (рис. 6) во время внеплановой некропсии. Данные признаки, предположительно, связаны с внезапным сердечнососудистым коллапсом, который развился на фоне септического шока. У планово эвтаназированных животных, выборочно подвергнутых процедуре некропсии, также обнаруживали отек и кровенаполненность сосудов легких и головного мозга (рис. 6). Макроскопические изменения, такие как спайки, локализованные абсцессы, увеличенные лимфоузлы, обнаруженные в органах (рис. 7-9) у животных, которых заражали

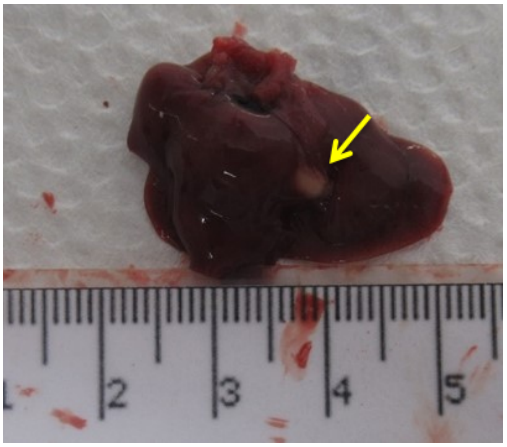


Рис. 8 – Эвисцерированная печень: абсцесс на диафрагмальной поверхности средней доли.

Рис. 9 – Эвисцерированный тонкий кишечник: брыжеечные лимфатические узлы увеличены.

Таблица 2

Сравнение данных LD_{50} бактериальных штаммов, полученных у мышей и личинок большой восковой моли

Штамм	Личинка восковой моли [7]	Мыши
	LD_{50}, КОЕ/кг	
Str. pneumoniae ATCC 6303	$5{,}6\times10^{7}$	$2{,}5\times10^{5}$–$2{,}5\times10^{6}$
Str. pneumoniae 1068 19A	$3{,}56\times10^{6}$	$2{,}5\times10^{9}$–$2{,}5\times10^{10}$
E. coli ATCC 922	$2{,}48\times10^{8}$	$2{,}5\times10^{9}$–$2{,}5\times10^{10}$
E. coli ENV 194	$<10^{7}$	$2{,}5\times10^{9}$–$2{,}5\times10^{10}$
St. aureus ATCC 29213	$8{,}8\times10^{9}$	$>2{,}5\times10^{10}$
St. aureus SA 0077	$1{,}92\times10^{9}$	$>2{,}5\times10^{10}$

суспензиями штаммов, являются признаками воспалительного процесса в брюшной полости.

Сравнение данных двух исследований

В таблице 2 представлены результаты расчета LD50 выбранных штаммов. Наибольшей вирулентностью при тестировании на личинках обладал штамм Str. pneumoniae 1068 19A, в то время как этот же штамм оказался маловирулентным на мышах. Самым вирулентным для мышей был штамм Str. pneumoniae ATCC 6303. Также был проведен корреляционный анализ между полученными полулетальными дозами с такими же из исследования на личинках [7]. Для этого количество КОЕ/кг было преобразовано в десятичный логарифм. После полученные данные были проанализированы методом ранговой корреляции Спирмена (r). Исходя из полученных данных корреляционного анализа установлено, что коэффициент ранговой корреляции статистически не значим и ранговая корреляционная связь между данными по двум экспериментами незначимая (r=0,678; p=0,113).

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Результаты проведенного исследования позволили установить вирулентные свойства некоторых грамположительных штаммов (Str. pneumoniae ATCC 6303, Str. pneumoniae 1068 19 A, S. aureus ATCC 29213, S. aureus SA 0077) и грамотрицательных штаммов (E. coli ATCC 25922, E. coli ENV 194) при однократном внутрибрюшинном введении бактериальной суспензии мышам линии ICR CD-1. Из вышеперечисленных штаммов наибольшей вирулентностью обладал штамм Str. pneumoniae ATCC 6303. Проведенный анализ позволяет сделать выводы об отсутствии четкой корреляции между данными полученными в двух экспериментах.

Расхождение в результатах экспериментов, проведенных на разных моделях, не редкость. Иногда воспроизводимость страдает даже при использовании одной и той же модели. В случае с большой восковой молью это может произойти по ряду причин. Как уже говорилось ранее использование личинок восковой моли в исследовательских целях это перспективная альтернатива традиционным моделям, основанным на использовании млекопитающих. Однако, она находится на ранних этапах развития. Для того чтобы сделать G. melonella полноценной тест-системой для доклинических исследований исследователям необходимо будет решить ряд проблем. Основным препятствием является отсутствие лицензированных центров выращивания личинок. Многие исследователи закупают личинок восковой моли в рыболовных магазинах, где используют антибиотики и другие препараты для увеличения срока жизни личинок, которые влияют на метаболизм и восприимчивость к заражению различными бактериями [12]. Использование разных методик содержания также может повлиять на результаты исследования. Были опубликованы данные заявляющие, что увеличение температуры в помещении содержания личинок увеличивает экспрессию антимикробных протеинов, в то время как воздействие низких температур снижает количество гемоцитов и концентрацию белков, влияющих на восприимчивость личинок к микроорганизмам [13, 14]. Тест-системе восковой моли не хватает того генетического разнообразия, которое есть на данный момент в других моделях. Большое количество стандартизированных линий помогло бы ученым расширить знания о взаимодействии патогена и организма.

Таким образом, для улучшения модели личинки большой восковой моли необходимо стандартизировать условия разведения и содержания, чтобы позволить воспроизводить эксперименты с минимальной неопределенностью. Исследования, направленные на сопоставление данных, стандартизацию методов и распространение этой информации будут способствовать дальнейшему повышению качества модели G. melonella. Без этих мер исследования с использование личинок большой восковой моли будут ограничены отдельными экспериментами.

COMPARISON OF THE VIRULENCE OF SOME MICROORGANISM STRAINS IN A WAX MOTH LARVAE MODEL AND A MOUSE MODEL. IS A REPLACEMENT POSSIBLE?

Taraskin A.O. * – junior researcher (ORCID 0000-0003-4039-9266); **Kryshen K.L**. – head of the department of specific toxicology and microbiology (ORCID 0000-0003-1451-7716).

RMC «HOME OF PHARMACY»

*taraskin.ao@doclinika.ru

ABSTRACT

To date, conducting experiments involving animals is difficult due to the high cost, the complexity of reproducibility, as well as the ethical standards of modern society. The 3R concept developed in the last century encourages the development of alternative test systems. Among other alternative test systems, the wax moth larva occupies a special place. The use of larvae of the great wax moth (Galleria melonella) as a test system for determining the virulent properties of microorganisms is a promising direction and makes it possible to reduce the cost of research. However, not in all experiments,

researchers could register the same semi-lethal doses for selected strains when comparing the Galleria melonella test system and mammals. Previously, a study was conducted, where, among other things, the semi-lethal doses of some strains were determined using the Galleria melonella test system. The aim of this study was to compare the semi-lethal doses of selected strains when administered to G. mellonella and mice. For the experiment, the animals were injected intraperitoneally with suspensions of reference strains of Escherichia coli ATCC 25922 (VKPM B - 8076), Staphylococcus aureus ATCC 29213, Streptococcus pneumoniae ATCC 6303 and clinical isolates of Escherichia coli ENV 194, Staphylococcus aureus SA 0077 (MRSA), Streptococcus pneumoniae 1068 19 A After infection, the animals were observed daily throughout the experiment. During daily clinical observation, visually noted (if any) clinical signs indicating the development of an infectious process, and also recorded body weight. After determining the LD50, the results were compared with the data obtained in the experiment with the larvae of the great wax moth. As a result of comparing the semi-lethal doses of the selected strains, it can be concluded that there is no clear correlation between the data obtained in the two experiments.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1.MacArthur Clark, Judy. “The 3Rs in research: a contemporary approach to replacement, reduction and refinement.” The British journal of nutrition vol. 120,s1 (2018): S1-S7

2.Макарова М.Н. , Матичин А.А., Матичина А.А., Макаров В.Г. Принципы выбора животных для научных исследований. Сообщение 1. Выбор модельных организмов на основании филогенетических связей. Лабораторные животные для научных исследований. 2022; 2.

3.Desbois, Andrew P, and Peter J Coote. “Wax moth larva (Galleria mellonella): an in vivo model for assessing the efficacy of antistaphylococcal agents.” The Journal of antimicrobial chemotherapy vol. 66,8 (2011): 1785-90.

4.Sheehan, Gerard et al. “Immune priming: the secret weapon of the insect world.” Virulence vol. 11,1 (2020): 238-246. doi:10.1080/21505594.2020.1731137

5.Randall J Olsen et al. “Virulence of serotype M3 Group A Streptococcus strains in wax worms (Galleria mellonella larvae).» Virulence vol. 2,2 (2011): 111-9.

6.Jacobs, Anna C et al. “AB5075, a Highly Virulent Isolate of Acinetobacter baumannii, as a Model Strain for the Evaluation of Pathogenesis and Antimicrobial Treatments.” mBio vol. 5,3 e01076-14. 27 May. 2014, doi:10.1128/mBio.01076-14

7.Салмова Ю.В., Никифорова Л.Р., and Боровкова К.Е.. "Разработка модели бактериальной инфекции личинок galleria mellonella (большая восковая моль)" Лабораторные животные для научных исследований, no. 3, 2022, pp. 40-49.

8.Селезнева АИ, Макарова МН, Рыбакова АВ. Методы рандомизации животных в эксперименте. Международный вестник ветеринарии. 2014;(2):84–9..

9.Директива 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского Союза по охране животных, используемых в научных целях. СПб, 2012. – 48 с.

10. Garofalo AM, Lorente-Ros M, Goncalvez G, et al. Histopathological changes of organ dysfunction in sepsis.Intensive Care Med Exp. 2019;7(Suppl 1):45. 2019 Jul 25.

11. Doi K, Leelahavanichkul A, Yuen PS, Star RA. Animal models of sepsis and sepsis -induced kidney injury.J Clin Invest. 2009;119(10):2868-2878.

12. Buyukguzel, E.; Kalender, Y. Penicillin-induced oxidative stress: Effects on antioxidative response of midgut tissues in instars of Galleria mellonella. J. Econ. Entomol. 2007, 100, 1533–1541.

13. Browne N, Surlis C, Maher A et al. Prolonged pre-incubation increases the susceptibility of Galleria mellonella larvae to bacterial and fungal infection. Virulence. 2015;6:458–65.

REFERENCES

1.MacArthur Clark, Judy. “The 3Rs in research: a contemporary approach to replacement, reduction and refinement.” The British

journal of nutrition vol. 120,s1 (2018): S1-S7
2. Makarova M.N. , Matichin A.A., Matichina A.A., Makarov V.G. Principles for selecting animals for scientific research. Message 1. Selection of model organisms based on phylogenetic relationships. Laboratory animals for scientific research. 2022; 2. [in Russ.]
3.Desbois, Andrew P, and Peter J Coote. "Wax moth larva (Galleria mellonella): an in vivo model for assessing the efficacy of antistaphylococcal agents." The Journal of antimicrobial chemotherapy vol. 66,8 (2011): 1785-90.
4.Sheehan, Gerard et al. "Immune priming: the secret weapon of the insect world." Virulence vol. 11,1 (2020): 238-246. doi:10.1080/21505594.2020.1731137.
5.Randall J Olsen et al. "Virulence of serotype M3 Group A Streptococcus strains in wax worms (Galleria mellonella larvae).» Virulence vol. 2,2 (2011): 111-9.
6.Jacobs, Anna C et al. "AB5075, a Highly Virulent Isolate of Acinetobacter baumannii, as a Model Strain for the Evaluation of Pathogenesis and Antimicrobial Treatments." mBio vol. 5,3 e01076-14. 27 May. 2014, doi:10.1128/mBio.01076-14
7. Salmova Yu.V., Nikiforova L.R., and Borovkova K.E.. "Development of a model of bacterial infection of the larvae of galleria mellonella (large wax moth)" Laboratory animals for scientific research, no. 3, 2022, pp. 40-49. [in Russ.]
8.Selezneva AI, Makarova MN, Rybakova AV. Methods of randomization of animals in the experiment. International Veterinary Bulletin. 2014;(2):84–9. [in Russ.]
9.Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of the European Union on the protection of animals used for scientific purposes. St. Petersburg, 2012. – 48 p. [in Russ.]
10. Garofalo AM, Lorente-Ros M, Goncalvez G, et al. Histopathological changes of organ dysfunction in sepsis.Intensive Care Med Exp. 2019;7(Suppl 1):45. 2019 Jul 25.
11. Doi K, Leelahavanichkul A, Yuen PS, Star RA. Animal models of sepsis and sepsis-induced kidney injury.J Clin Invest. 2009;119(10):2868-2878.
12. Buyukguzel, E.; Kalender, Y. Penicillin-induced oxidative stress: Effects on antioxidative response of midgut tissues in instars of Galleria mellonella. J. Econ. Entomol. 2007, 100, 1533–1541.
13. Browne N, Surlis C, Maher A et al. Prolonged pre-incubation increases the susceptibility of Galleria mellonella larvae to bacterial and fungal infection. Virulence. 2015;6:458–65.

УДК: 619:579.26
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.29

КУПИРОВАНИЕ БРУЦЕЛЛЕЗА В ОСТРОМ ОЧАГЕ ВОЗВРАЩАЮЩЕЙСЯ ИНФЕКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВАКЦИНЫ ИЗ ШТАММА B. ABORTUS 82

Гордиенко Л. Н. * – к. вет. н., зав. отделом, **Янченко Т. А.** – к. вет. н., зав. лабораторией, **Куликова Е. В.** – к. вет. н., науч. сотр., **Новиков А. Н.** – к. вет. н., зав. лабораторией

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»
*lab.ecology.vniibtg@mail.ru

***Ключевые слова**: крупный рогатый скот, бруцеллёз, эпизоотический процесс, диагностика, специфическая профилактика*
***Keywords:** Cattle, brucellosis, epizootic process, diagnostic, special prevention.*

Поступила: 16.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ
Цель исследования – изучение особенностей проявления эпизоотического процесса при возвращающейся инфекции в свежем очаге бруцеллёза крупного рогатого скота. Работу проводили на молочно-товарной ферме на поголовье крупного рогатого скота чёрно-пестрой породы, длительное время благополучной по бруцеллезу. Напряжённость эпизоотического процесса оценивали на основании результатов серологических исследований поголовья крупного рогатого скота всех половозрастных групп. Иммунологические исследования проводили в соответствии с нормативными документами по диагностике бруцеллеза животных. Для серологических исследований в общепринятых реакциях использовали стандартные диагностикумы (S-) из коммерческих наборов. Дифференциацию положительных и сомнительных реакций проводили с использованием экспериментального образца антигена, изготовленного из бруцелл в R-форме. Отмечено динамичное распространение бруцеллёза в течение шести месяцев с охватом до 7% животных от общего числа восприимчивого поголовья. Оздоровительные мероприятия проводили с применением вакцины из слабо агглютиногенного штамма B. abortus 82. Период оздоровления составил 24 месяца. За период неблагополучия выявлено 23% инфицированных животных, в том числе 19% коров и 4% молодняка (нетели и телки). Количество больных животных (%) определяли от общего поголовья в хозяйстве. На основании полученных данных установлено, что в современных условиях на фоне длительного благополучия в свежем очаге бруцеллеза отмечено динамичное распространение инфекции с широким охватом восприимчивого поголовья и высокой напряженностью эпизоотического процесса.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Бруцеллёз до настоящего времени занимает одно из ведущих мест в инфекционной патологии животных [1]. Широкое распространение бруцеллёзной инфекции в нашей стране было зарегистрировано в 60 – 80-е годы прошлого столетия. Особое место в системе противобруцеллезных мероприятий занимает специфическая профилактика [2]. Из многочислен-

ных разработанных и апробированных в ветеринарной практике противобруцеллезных вакцин наиболее технологичной и эффективной в РФ признана вакцина из слабоагглютиногенного штамма B. abortus 82. Широкомасштабное и системное применение данной вакцины в общем комплексе противобруцеллёзных мероприятий в период широкого распространения бруцеллёза позволило оздоровить большинство регионов страны и сохранять стойкое благополучие на их территориях более двух десятилетий [3]. К 90-м годам двадцатого столетия остались лишь единичные хозяйства с длительным неблагополучием по бруцеллёзу крупного рогатого скота и незначительным распространением инфекции в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах РФ, в зоне с традиционно развитым животноводством [4].

Экономические преобразования агропромышленного комплекса в РФ и разукрупнение животноводческих предприятий способствовало переводу 70 – 80% поголовья крупного рогатого скота в мелкие товарные хозяйства (КФХ, ЛПХ) [5]. При данной структуре сельскохозяйственного производства возникли определённые сложности осуществления контроля за учётом, движением и миграцией поголовья, за качеством проведения противобруцеллёзных мероприятий.

В личных подсобных и крестьянских фермерских хозяйствах не всегда имеется возможность обеспечить надежную санитарную защиту, организовать проведение идентификации поголовья и использовать в общем комплексе мероприятий специфическую профилактику для создания иммунной устойчивости животных.

Вышеперечисленные факторы создают риск заноса возбудителя бруцеллёза на благополучные территории, возникновению свежих очагов инфекции и развитию эпизоотического процесса, характерного для бруцеллёза, проявляющегося как эмерджентное заболевание.

В последние годы в различных регионах страны регистрируют свежие случаи возникновения очагов бруцеллёзной инфекции [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

С целью изучения особенностей проявления эпизоотического процесса при возвращающейся инфекции проведены исследования в свежем очаге бруцеллёза крупного рогатого скота.

Работу проводили на молочно-товарной ферме на поголовье крупного рогатого скота чёрно-пестрой породы. Хозяйство, находящееся под наблюдением, расположено на территории благополучной по бруцеллезу без применения вакцинации. Для анализа эпизоотической ситуации использовали данные статистической отчётности ветеринарных специалистов хозяйств и производственной лаборатории. Напряжённость эпизоотического процесса в свежем очаге бруцеллёза и интенсивность распространения инфекции среди восприимчивого поголовья оценивали на основании результатов серологических исследований поголовья крупного рогатого скота всех половозрастных групп. Иммунологические исследования проводили в соответствии с нормативными документами по диагностике бруцеллеза животных. Сыворотку крови исследовали в реакции агглютинации (РА), связывания комплемента (РСК), иммунодиффузии с О-ПС антигеном (РИД с О-ПС антигеном). Постановку общепринятых реакций осуществляли с бруцеллезными диагностикумами (S-) из коммерческих наборов. Дифференциацию положительных и сомнительных реакций проводили в отделе ветеринарии (ВНИИБТЖ). В качестве дифференциального теста использовали экспериментальные образцы антигена, изготовленного из бруцелл в R-форме.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В результате анализа эпизоотической ситуации в хозяйстве, находящимся под наблюдением, установлено, что в течение продолжительного периода времени (более 30 лет) в хозяйстве сохранялась благополучная по бруцеллезу эпизоотическая ситуация. По данным проведенных исследований определили, что занос воз-

будителя бруцеллёза произошёл в весенне -летний период.

На основании результатов обследования эпизоотической ситуации, проведенного специалистами ветеринарной службы региона установлено, что возбудитель бруцеллеза был занесен на животноводческую ферму с приграничной территории. Причиной появления инфекции в благополучной зоне является несанкционированный ввоз в соседние предприятия (ЛПХ) инфицированных животных из южных регионов страны.

В соответствии с нормативными документами диагностические исследования на бруцеллез проводят два раза в год с интервалом 180 суток. В хозяйстве, находящимся под наблюдением, по запланированным срокам отбор проб крови для лабораторного исследования осуществляют весной (февраль-март) и осенью (август-сентябрь). При проведении исследования всего поголовья в феврале получены отрицательные результаты. Поскольку бруцеллез является хронически протекающей инфекцией, патологические процессы в организме животных развиваются медленно. У крупного рогатого скота чаще инфекция протекает бессимптомно, и клинические признаки болезни проявляются в виде абортов и рождения нежизнеспособного потомства. Бруцеллез не всегда проявляется наличием абортов. Это зависит на какой стадии стельности произошло инфицирование. В связи с этим зараженные животные могут находиться в общем стаде и заражать здоровых.

Поэтому результаты лабораторной диагностики являются наиболее достоверным методом выявления больных животных на различных стадиях инфекционного процесса.

Учитывая перечисленные закономерности бруцеллеза, установлено, что в течение шести месяцев инфекция динамично распространялась среди восприимчивых животных хозяйства.

В течение шести месяцев инфекция динамично распространялась среди восприимчивых животных хозяйства.

При плановых диагностических исследованиях на бруцеллез в августе 2020 года выявлены положительно реагирующие животные среди основного поголовья стада коров. Количество инфицированных животных составило 21,0% среди коров или 7,0% от всего поголовья крупного рогатого скота в хозяйстве предприятия (Рисунок 1).

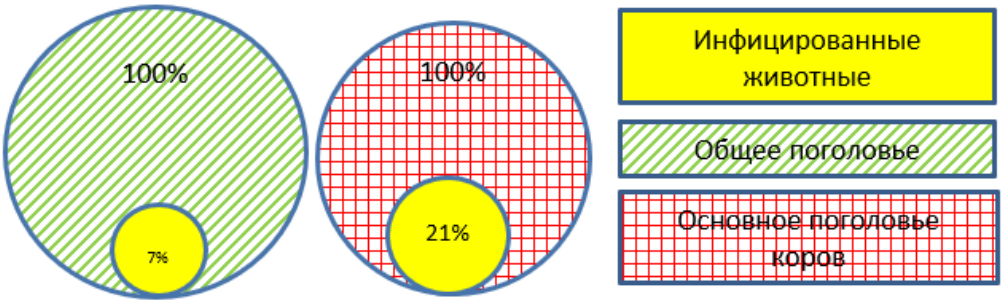


Рис. 1 – Количество выявленных больных бруцеллезом животных до проведения оздоровительных мероприятий.

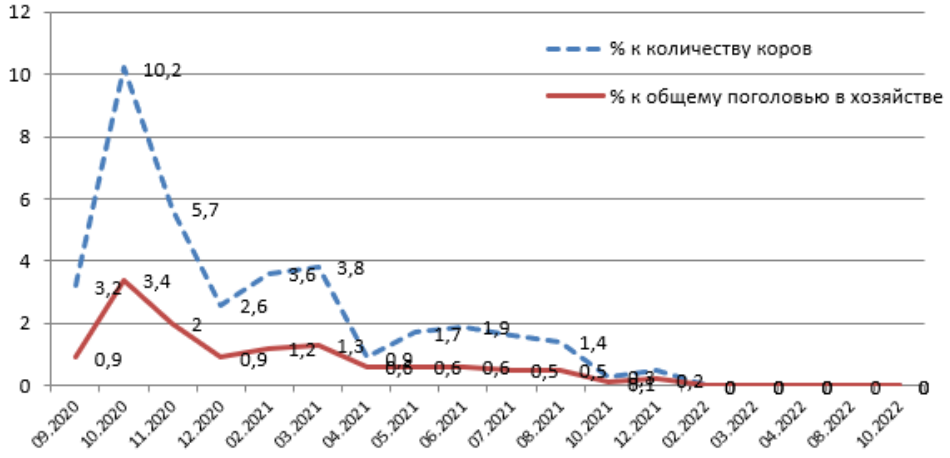


Рис. 2 – Количество выявленных больных бруцеллезом животных среди основного стада коров в период оздоровления

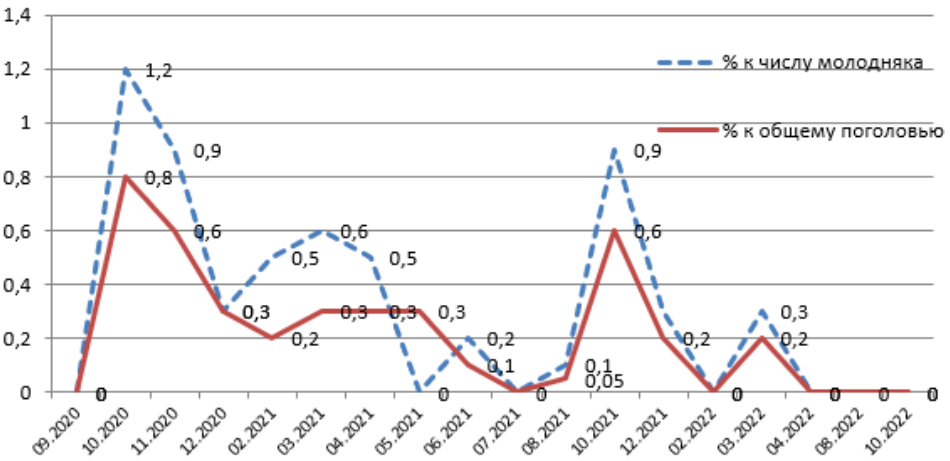


Рис. 3 – Количество выявленных больных бруцеллезом животных среди молодняка в период оздоровления

С целью сохранения поголовья крупного рогатого скота и рентабельности отрасли животноводства руководством предприятия и специалистами ветеринарной службы принято решение о проведении оздоровительных мероприятий с применением специфической профилактики. При установлении в хозяйстве бруцеллезной инфекции животных всех половозрастных групп, начиная с 4-х месячного возраста, иммунизировали вакциной против бруцеллеза из слабоагглютиногенного штамма бруцелла абортус 82 живой сухой, в соответствии с Инструкцией по ее применению (20.10.2017).

Через 1,5 месяца после вакцинации животных исследовали на бруцеллез РИД с О-ПС антигеном. Через 6 месяцев и в последующий период ежемесячно исследования проводили общепринятыми методами (РА, РСК).

Отмечено, что напряжённость эпизоо-

тического процесса в период оздоровления снижалась, но незначительное количество инфицированных животных выявляли ежемесячно в течение последующих полутора лет.

Важно отметить, что в течение первых двух месяцев после вакцинации, проведенной в сентябре 2020 года, количество больных животных составляло 4,2% - 2,5% от общего поголовья фермы. Большая часть положительно реагирующих животных выявлена среди основного поголовья (10,2% - 5,7% от основного стада коров, рисунок 2).

Аналогичную динамику проявления эпизоотического процесса отмечали среди молодняка крупного рогатого скота (Рисунок 3).

В течение всего периода неблагополучия в хозяйстве выявлено 23,4% животных больных бруцеллёзом животных.

Большую часть инфицированных животных составляли коровы 19,1% от общего поголовья. За период неблагополучия и оздоровления по причине бруцеллёза из основного стада выбыло 57% коров.

Важно отметить участие в эпизоотическом процессе молодняка (нетели и телята), среди которого выявлено 4,2% инфицированных животных (от общего поголовья в хозяйстве).

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В результате исследований, проведённых в свежем очаге, установлено, что бруцеллёз в современных условиях следует отнести к возвращающимся инфекциям, который проявляется динамичным распространением и широким охватом восприимчивого поголовья (более 20%), высокой напряжённостью эпизоотического процесса и вовлечением в него животных всех половозрастных групп.

RELIEF OF BRUCELLOSIS IN AN ACUTE FOCUS OF RETURNING INFECTION WITH THE USING OF A VACCINE FROM THE STRAIN B. ABORTUS 82

Gordienko L.N.* – PhD in veterinary Science, Head of departments, **Yanchenko T.A.** - PhD in veterinary Science, Head of the laboratory, **Kulikova E.V.** – PhD in veterinary Science, research associate, **Novikov A.N.** – PhD in veterinary Science, Head of the laboratory

Federal State Budgetary Scientific Institution

«Omsk Agrarian Scientific Center»

*lab.ecology.vniibtg@mail.ru

ABSTRACT

The purpose of the study was to study the features of the manifestation of the epizootic process during a returning infection in a fresh focus of brucellosis in cattle. The work was carried out on a dairy farm on a herd of cattle of a black-and-white breed, for a long time successful in brucellosis. The intensity of the epizootic process was assessed based on the results of serological studies of cattle of all sex and age groups. Immunological studies were carried out in accordance with regulatory documents on the diagnosis of brucellosis of animals. Standard diagnostic kits (S-) from commercial kits were used for serological studies in generally accepted reactions. Differentiation of positive and doubtful reactions was carried out using an experimental sample of an antigen made from brucella in R-form. A dynamic spread of brucellosis was noted during the six months with the 7% ill animals among all of the receptive cattle. Wellness measures were carried out with using the poorly agglutinogenic vaccine of strain Brucella abortus 82. The recovery period was 24 months. During of the trouble period 23% of infected animals were detected, including 19% of cows and 4% of young animals. The number of sick animals in a percent was estimated from the total numbers of the cattle in the farm. Based on the data obtained, it was established that under modern conditions, against the background of long-term well-being in a fresh focus of brucellosis, a dynamic spread of infection was noted with a wide coverage of susceptible livestock and a high intensity of the epizootic process.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цирельсон, Л. Е. Эпидемические проявления бруцеллеза в различных эпизоо-

тических очагах / Л. Е. Цирельсон, М. М. Желудков, Ю. К. Кулаков и др. // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2012. –№ 4(65). – С. 18-22.
2. Гулюкин, М. И. Эффективность мероприятий против бруцеллеза сельскохозяйственных животных / М. И. Гулюкин, А. Д. Забережный, М. И. Искандаров и др. // Ветеринария. – 2019. – № 11. – С. 20-24. – DOI 10.30896/0042-4846.2019.22.11.20-25.
3. Захарова, О. И. Эпизоотическая ситуация по бруцеллезу животных в российской федерации (обзор) / О.И. Захарова, О.А. Бурова, И.В. Яшин, А.А. Блохина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 4. – № 1. – С. 20-29.
4. Онищенко, Г. Г., Куличенко А. Н., Малецкая О. В., Пономаренко Д. Г. и др. // Бруцеллез. Современное состояние проблемы. Монография. Ставрополь: ООО «Губерния», 2019. – 336 с.
5. Пашков, В. П. Сельскохозяйственные организации, агрохолдинги и фермерские хозяйства – три пути изменения аграрной структуры в России / В. П. Пашков // Региональные агросистемы: экономика и социология. – 2018. – № 3. – С. 7.
6. Паномаренко, Д. Г. Анализ эпидемической и эпизоотической ситуации по бруцеллезу в мире в 2019 г. и прогноз на 2020 г. в Российской Федерации / Д. Г. Пономаренко, Д. В. Русанова, А. А. Хачатурова и др. // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 2. – С. 48-56. – DOI 10.21055/0370-1069-2020-2-48-56.

REFERENCES

1. Tsirelson, L.E. Epidemic manifestations of brucellosis in various epizootic foci / L. E. Tsirelson, M. M. Stomachs, Yu. K. Kulakov et al. // Epidemiology and vaccinoprophylaxis. - 2012- № 4(65).- P. 18-22.
2. Gulyukin, M.I. Effectiveness of measures against brucellosis of farm animals / M. I. Gulyukin, A.D. Zaberezhny, M. I. Iskandarov et al. // Veterinary medicine.- 2019.- No. 11.- P. 20-24.- DOI 10.30896/0042-4846.2019.22.11.20-25.
3. Zakharova, O.I. Epizootic situation of brucellosis of animals in the Russian Federation (review) / O.I. Zakharova, O.A. Burova, I.V. Yashin, A.A. Blokhina // Agrarian science of the Euro-North-East.- 2023. - Vol. 4. - No. 1. - P. 20-29.
4. Onishchenko, G.G., Kulichenko A.N., Maletskaya O.V., Ponomarenko D.G., etc. // Brucellosis. The current state of the problem. Monograph. Stavropol: LLC "Gubernia", 2019.- 336 p.
5. Pashkov, V. P. Agricultural organizations, agricultural holdings and farms - three ways to change the agrarian structure in Russia / V. P. Pashkov // Regional agricultural systems: economics and sociology. - 2018.- No. 3.- P. 7.
6. Panomarenko, D.G. Analysis of the epidemic and epizootic situation of brucellosis in the world in 2019 and forecast for 2020 in the Russian Federation / D. G. Ponomarenko, D. V. Rusanova, A. A. Khachaturova et al. // Problems of particularly dangerous infections.- 2020.- No. 2.- P. 48-56.- DOI 10.21055/0370-1069-2020-2-48-56.

УДК 619:618
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.35

ЭВРИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКАМ РИСКА И ПРОГНОЗАМ РАЗВИТИЯ СЕПСИСА У СОБАК

Лаптев С.В. * – доц. кафедры эпизоотологии и организации ветеринарного дела, канд. биол. н. (ORCID: 0000-0002-3023-6976); **Пименов Н.В**. – проф. кафедры иммунологии и биотехнологии, д-р биол. н. (ORCID: 0000-0003-1658-1949); **Марзанова С.Н.** – доц. кафедры иммунологии и биотехнологии, канд. биол. н. (ORCID: 0000-0001-9895-8046); **Пермякова К.Ю.** – ст. преподаватель кафедры иммунологии и биотехнологии (ORCID: 0000-0002-3579-4416); **Иванникова Р.Ф.** – доц. кафедры иммунологии и биотехнологии, канд. биол. н. (ORCID: 0000-0002-3522-0447)

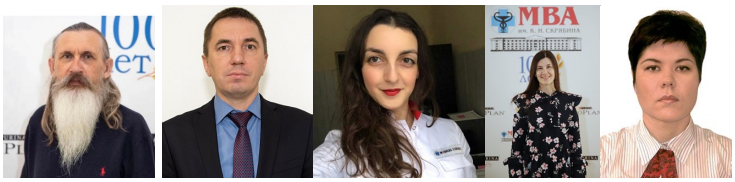
ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К.И. Скрябина
*x9131078824@yandex.ru

Ключевые слова: *сепсис, собаки, синдром полиорганной недостаточности (MODS), упрощенная шкала оценки физиологических расстройств (SAPS), PIRO.*

Key worlds: *sepsis, dogs, multiple organ deficiency syndrome (MODS), simplified scale of assessment of physiological disorders (SAPS), PIRO*

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22–26-00091, https://rscf.ru/project/22-26-00091/

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ

В настоящем исследовании рассматривается подходы к оценкам риска гибели и прогнозу развития сепсиса у собак. Сепсис остается одной из ключевых клинических проблем медицины и ветеринарии, что обусловлено его широкой распространенностью во всем мире, приводящей к высокой смертности. В основе сепсиса лежит реакция системного воспаления организма, которая реализуется при наличии признаков SIRS, бактериемии и/или инфекционного очага различной природы в сочетании с остро возникшими признаками органной дисфункции и/или доказательствами микробной диссеминации. Поскольку сепсис развивается только по нарастающей, невозможно самостоятельное выздоровление животного без оказания ему своевременной надлежащей медикаментозной помощи. На сегодняшний день одним из ключевых вопросов остается совершенствование подходов к оценкам риска гибели и прогнозам развития сепсиса у собак. Попытка совместить факторы патогенности инфекционного агента и несостоятельность защитных механизмов макроорганизма нашла отражение в концепциях PIRO, SAPS и MODS оценивающих звенья этиопатогенеза сепсиса. Так, эвристические подходы позволят вплотную подойти к разработке патогенетически обоснованных методов оценки риска гибели животных и прогноза развития сепсиса у собак.

Эти подходы основаны на критериях оценки показателей PIRO: предрасположенность (P), включающая породу, пол, возраст животного; инфекция (I), связанная с видом обнаруженного патогена; системный ответ организма на инфекцию R, характеризующийся основными клиническими показателями - температура тела, частота сердечных сокращений, частота дыхания и количество лейкоциты в крови; органная дисфункция (O), выявленная в одном или нескольких органах животного. Немаловажную роль в объективном прогнозе отводится критериям оценки по шкале SAPS, с учетом изменений показателей в сторону гипервоспаления (SIRS) или иммуносупрессии (MODS), определяющих стадию развития сепсиса и вероятность риска гибели больного животного. В среднем прогностическая точность систем количественной оценки тяжести заболевания составляет 70–85%. Предложен алгоритм перевода клинико-лабораторных данных в шкалу показателей (баллов) SAPS, определяющих тяжесть заболевания при лептоспирозе у собак. Показано, что по шкале SAPS при лептоспирозе собак показатель 29 баллов указывает лишь на 14,5% риска летальности.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Сепсис – это угрожающий жизни патологический процесс. В его основе лежит реакция системного воспаления организма, которая реализуется при наличии признаков SIRS, бактериемии и/или инфекционного очага различной природы (бактериальной, вирусной, грибковой) в сочетании с остро возникшими признаками органной дисфункции и/или доказательствами микробной диссеминации. Обычно сепсис развивается только по нарастающей, что подразумевает невозможность самостоятельного выздоровления.

Особенность сепсиса в том, что болезнь становится неконтролируемой и проявляется в дисбалансе одновременно суще-ствующих сил, одни из которых поддерживают воспаление (синдром системного воспалительного ответа — SIRS), другие — ограничивают его (синдром компенсаторного противовоспалительного ответа — CARS). В развитии дисбаланса имеют значение не столько свойства инфекционного агента, а продукты, образовавшиеся при разрушении собствен-ных тканей (danger-associated molecular patterns, DAMP), стимулирующие вро-жденный иммунитет. Проблема в неконтролируемости цитокинового шторма — индукция фазы иммуносупрессии вме-сто фазы разрешения воспаления и это фактиче-ски является причиной смерти. Сепсис является мультифакторным заболеванием. Механизм развития остается до сих пор предметом многочисленных дискуссий. Поэтому своевременное прогнозирование развития септических осложнений при различных заболеваниях животных является актуальным.

Методология современного научного прогнозирования основана на признании устойчивости объекта исследования. Научные предсказания имеют как внешние, так и внутренние причины. Разработка прогнозов методологически разнообразна и имеет прикладные особенности [36].

Эмпирические исследования тесно связаны с теоретическими исследованиями: первые основаны на сборе эмпирического материала, накопленного в ходе наблюдений и экспериментов, а вторые проводятся с целью подтверждения или проверки гипотез. Любая научная концепция способствует предсказательной рефлексии [25, 37, 42].

Значение прогноза в клинической практике определяется основными задачами ветеринарной медицины — профилактикой заболеваний и лечением животных. Особенность ветеринарного прогнозирования состоит в том, что его логика не ограничивается формулированием готовых сценариев прогнозирования. Экспертиза не сводиться к стереотипным представлениям, а способствует развитию интуитивного мышления врачей.

Первый метод эмпирического прогнозирования включает выявление серьезных отклонений от нормальных значений отдельных физических функций. Второй подход к методам эмпирического прогно-

зирования основан на признаках заболевания. Третий тип предсказаний основан на сумме большого числа отдельных явлений. Статистические законы сами по себе не раскрывают никаких причинных связей, а лишь способствуют их обнаружению. Помимо медицинского опыта, решающее значение имеют научные данные о течении и исходе того или иного заболевания. Статистика прогноза заболевания актуальна только для определенного периода времени, поскольку при успешном лечении смертность от любого заболевания можно снизить в несколько раз [39]. Поэтому для определения прогноза потребуется больше фактов о состоянии больного животного и результатах лечения.

Врачи сталкиваются с прогностическими ошибками из-за: неправильного первоначального диагноза; незнания известного науке заболевания; отсутствия данных о заболевании на данном этапе научного развития; отсутствия опыта медицинской практики. Прогнозирование – довольно сложная область клинической медицины. Логика построения прогноза сильно отличается от логики диагностики познания [40].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Проведены клинико-диагностические, гематологические и биохимические исследования среди опытных и контрольных групп собак и оценка показателей по шкале PIRO [9, 10, 29, 30, 33, 35] и упрощенной шкалы оценки физиологических расстройств (SAPS) [9, 10, 29].

Исследования проводились на базе ветеринарных клиник разных административных районов г. Москвы и Подмосковья. Первичные данные обследования животных переводили в баллы PIRO и SAPS.

Сепсис у животных различали степенью выраженности ответной реакции и развитием осложнений, метаболических изменений, полиорганной недостаточности, и условно разделен на три стадии [9, 10, 29]:

I стадия – очаг инфекции + синдром системного воспалительного ответа (SIRS);

II стадия – очаг инфекции + синдром системного воспалительного ответа (SIRS) + синдром полиорганной недостаточности (MODS);

III стадия – очаг инфекции + синдром системного воспалительного ответа (SIRS) + синдром полиорганной недостаточности (MODS) + септический шок.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Для выяснения средних балльных показателей по шкале SAPS у собак различной инфекционной патологии, нами были проанализированы литературные данные, полученные авторами при обследовании инфекционных болезней животных. В таблица 1 указаны критерии оценки по шкале SAPS.

Важно помнить, что ни одна стратегия прогнозирования не является лучшей и что соответствующие упрощения могут повысить точность выводов.

Предпринимались также попытки заменить прочно утвердившиеся в медицинской сфере субъективные эмпирические предсказания более точными математическими предсказаниями.

Дискриминантный анализ отличается очень высокой точностью и чаще всего используется для решения задач прогнозирования в медицине. Этот статистический подход позволяет одновременно исследовать различия между группами испытуемых по нескольким причинам. Не менее важным для прогнозирования является корреляционно-регрессионный анализ. Это статистический метод, изучающий взаимосвязь между переменными и определяющий близость и форму этой взаимосвязи. При отсутствии определенных показаний успешно сработал последовательный статистический анализ А. Вальды [39].

Большая часть современных исследований в области медицинского прогнозирования посвящена исходам заболеваний. Данная ситуация явно связана со степенью неопределенности решаемой задачи. Поэтому прогнозирование исходов заболевания – задача, в которой ожидаемые

события связаны со стохастической неопределенностью классического типа. Как правило, решение подобных проблем осуществляется на основе анализа большого количества исследований, специально отобранных и унифицированных. Подход к решению задачи прогнозирования течения заболевания аналогичен.

К сожалению, прогнозирование как научная дисциплина, изучающая пути и средства ветеринарного предвидения, еще очень несовершенна и находится в зачаточном состоянии. В области ветеринарии работ по прогнозированию недостаточно. В настоящем исследовании проведена сравнительная оценка, позволяющая сформировать прогноз развития сепсиса и риск гибели при лептоспирозе собак.

В последние 10–20 лет клинические проявления лептоспироза у животных регистрируются редко, однако инфекция распространена достаточно широко. Уровень заражения собак, протестированных в России, составил в среднем 19,59%. В 1997 году заболеваемость собак достигла 32,64% [32]. Клиническими особенностями лептоспироза являются депрессия, повышение температуры тела до 40,0-41,0°C, жажда, отказ от еды, кровянистые выделения слизистых оболочек, рвота и понос, желтушность слизистой оболочки и склер. Тяжесть и длительность заболевания зависят от множества факторов: неспецифической резистентности организма собаки, массовой инвазии и патогенности возбудителя, возраста животного, преморбидного и сопутствующего статуса. По данным О. Г. Швечковой [41], летальность животных в крупных городах составляет 14,5%.

Лептоспироз развивается в две фазы: бактериемическую фазу и токсическую фазу. Из-за сильного отравления продуктами микробного распада внутренние органы перестают работать и животное погибает. Фаза интоксикации протекает в виде кровоизлияний или желтухи. Геморрагические симптомы могут сохраняться до 7 дней, после чего собака погибает от обезвоживания и кровопотери либо заболевание переходит в хроническую форму. При желтушной форме лептоспиры выделяют гемолитический токсин. Печень исчерпывает свою способность к детоксикации. Эритроциты подвергаются массовому лизису, и уровень билирубина повышается. Лептоспироз может протекать в острой (высокая смертность), подострой (смерть или переход в хроническую форму) и хронической формах, а также возможно лептоспироносительство (бессимптомное течение) [31].

Заболевания собак не определяются породой и регистрируются в течение года. В острых случаях болезнь характеризуется высокой температурой, отказом от еды, сильной жаждой, кровавым поносом или запором. Характерен неприятный запах изо рта, желтухи нет. При хроническом течении заболевание протекает при нормальной температуре и имеет те же симптомы. На 3-5-й день на слизистой рта обычно появляются характерные высыпания. На деснах, языке и губах появляются желтоватые или грязно-серые струпья, которые затем превращаются в язвы. Боли в животе, иногда тонические судороги вследствие уремии [3, 14, 38]. В таблице 2 нами представлены баллы по шкале SAPS показателей крови, полученных М.С. Кривко [28]. Для среднестатистического больного лептоспирозом животного показатели крови составили 29 баллов по шкале SAPS.

У 22-х обследованных нами больных лептоспирозом собак (таблица 3) итоговый балл колебался в пределах lim 13–41 балла, среднестатистический показатель по шкале SAPS соответствовал 29 баллам.

Отмечено незначительное снижение количество эритроцитов, которое варьировало в пределах (lim 0–2 балла), также выявлялось снижение уровня гемоглобина (в нижней границе нормы lim 0–1 балл). Наблюдается незначительное увеличение скорости оседания эритроцитов (lim 0–1 балл).

Уровень эозинофилов слегка увеличен (lim 0–1 балл). Моноциты выходили за пре-делы физиологической нормы (lim 2–4 балла). Количество палочкоядерных нейтрофилов значительно превышало

Таблица 1

Критерии оценки по шкале SAPS

Показатели крови	Оценка в баллах								
	4	3	2	1	0	1	2	3	4
Отклонение от нормы, %	Ниже нормы				Норма	Выше нормы			
	Более 50	25-50	11-24	1-10	0	1-24	25-50	51-100	Более 100

Таблица 2

Морфологические показатели крови у собак, больных лептоспирозом

Показатели	Норма		Шаг	Средние показатели собак при лептоспирозе n=24		
	Нижняя граница интервала	Верхняя граница интервала		Средние показатели	Отклонение от нормы, %	Балл по шкале SAPS
Гемоглобин, г/л	120	180	60	110,6±5,4	-8	1
Эритроциты, х1012/л	5,2	8,4	3,2	4,61±0,39	-11	2
Лейкоциты	5,5	17,5	12	10,58±0,31	0	0
Эозинофилы, %	2	10	8	5,41±0,03	0	0
Палочкоядерные нейтрофилы, %	0	3	3	20,55±0,08	585	4
Сегментоядерные нейтрофилы, %	60	77	17	50,4±0,31	-16	2
Лимфоциты, %	12	30	18	17,51±0,07	0	0
Моноциты, %	3	10	7	6,13±0,12	0	0
СОЭ, мм/1 час	2	3,5	1,5	6,13±1,4	80	3
АЛТ, Е/л	10	58	48	96,58±3,2	67	3
АСТ, Е/л	10	55	45	150,75±8,9	174	4
Щелочная фосфатаза, Е/л	10	150	140	121,2±8,5	0	0
Мочевина, ммоль/л	4,3	8,9	1	19,71±0,33	121	4
Креатенин мкмоль/л	25	120	95	135,21±8,3	13	1
Билирубин, мкмоль/л	3	8	5	20,97±1,09	162	4
Глюкоза, ммоль/л	3,3	6	2,7	3,88±0,12	0	0
Общий белок, г/л	54	77	23	53,6±1,1	-1	1
Итоговый балл						29

Таблица 3

Изменение показателей по шкале SAPS при септических осложнениях у собак, больных лептоспирозом

Название показателя	Показатели физиологической нормы (lim). Контроль (n =22)	Баллы больных лептоспирозом (n =24)	Название показателя	Показатели физиологической нормы (lim). Контроль (n =22)	Баллы больных лептоспирозом (n =22)
1	2	3	4	5	6
WBC Лейкоциты	<6 | 17> 10^9/l	lim 0, Mo 0, x 0	АСТ	<11 | 42>	lim 2-4, Mo 3, x 3,15
RBC Эритроциты	<5,5 | 8,5> 10^12/l	lim 0-2, Mo 1, x 1,4	АЛТ	<9 | 52>	lim 2-4, Mo 3, x 3,1
HGB Гемоглобин	<110 | 190> g/l	lim 0-1, Mo 0, x 0,4	Креатенин мкмоль/л	25-120	lim 0-2, Mo 1, x 1,17
СОЭ ESR	<2 | 8> мм\час	lim 0-1 Mo 0, x 0,3	Мочевина	<3,5 | 9,2>	lim 2-4, Mo 3, x 3,7
П/яд. Нейтрофилы	<0 | 3> %	lim 1-4, Mo 3, x 3,14	Билирубин общий	<3 | 13,5>	lim 1-4, Mo 3, x 2,8
С/яд. Нейтрофилы	<55 | 70> %	lim 1-2, Mo 1, x 1,6	Общий белок	<40 | 73>	lim 0-1, Mo 0, x 0,3
Эозинофилы	<0 | 5> %	lim 0-1, Mo 0, x 0,4	Щелочная фосфатаза	<18 | 70>	lim 1-4, Mo 3, x 3,5
Лимфоциты	<13 | 32> %	lim 0, Mo 0, x 0	Температура тела (С)	37,8–39,4	Lim 1-2, Mo 2, x 1,7
Моноциты	<0 | 3> %	lim 2-4, Mo 3, x 3,13	ЧСС (в минуту)	60–140	Lim 0-1, Mo 1, X 0,7
Итоговый балл: lim 13–41, Mo 26, x 30,49					

норму (lim 1–4 балла). Уровень сегментоядерных нейтрофилов был понижен (lim 1 –2 балла).

Следует отметить, что лептоспироз у собак приводит к поражению печени, выявляется повышение уровня аспартатаминотрансферазы (lim 2–4 балла) и аллонинаминотрансферазы (lim 2–4). Это связано с интоксикацией гемолитическими ядами. Наблюдается резкое увеличение уровня билирубина (lim 1–4 балла), что указывает на нарушения в желчных протоках. Мочевина (lim 2–4 балла) и креатинин (lim 0–2 балла) также повышаются.

В других исследованиях [27, 31, 41] тенденция изменения биохимических показателей при лептоспирозе у собак соответствует нашим данным. Изменения биохимических показателей крови на 9 и 18 день болезни представлены в таблице 4.

В настоящее время меняется взгляд на природу патологии системы гемостаза при сепсисе [31]. Полиорганная недостаточность с развитием дисфункции в системе гемостаза является основной причиной смертности при лептоспирозе [12, 34]. При тяжелой форме лептоспироза

Таблица 4

Биохимические показатели крови собак, больных лептоспирозом (n=10) [27]

Показатели	Контроль	Группа опыта		
		Дни исследования		
		1	9	18
Общий белок,	61,4±4,8	43,2±4,3	45,8±3,2	41,3±4,6
Мочевина, ммоль/л	5,7±0,7	16,2±1,3	17,5±0,9	19,1±1,2
Креатинин, мкмоль/л	75,4±6,8	128,7±10,2	145,4±6,2	154,1±8,6
Глюкоза,	3,8±0,3	2,3 ±0,3	1,3±0,1	1,6±0,3
Холестерин,	4,8±0,3	7,3±0,7	7,9±0,4	6,9±0,5
Билирубин общий, мкмоль/л	4,2±0,4	18,4±0,5	17,9±0,6	15,2±0,3
Кальций,	2,9±0,2	2,8±0,3	2,6±0,3	1,7±1,3
Неорганический	1,3±0,1	1,4±0,1	1,3±0,2	0,7±0,1
АЛТ, ед/л	40,9±3,8	82,8±8,2	84,6±7,5	91,4±6,7
АСТ, ед/л	35,5±1,9	92,6±7,2	95,6±4,8	98,3±4,9
Щелочная фосфатаза, ед/л	82,6±5,7	162,3±6,1	161,2±4,3	182,8±6,5

регистрируется изолированная тромбоцитопения с тромботической микроангиопатией, уремическая и печеночная коагулопатия. Миелотоксическое действие лептоспиры провоцирует тяжелую тромбоцитопению [26], которая может быть связана также с постагрегационной [17, 21] или аутоиммунной реакцией организма. Эндотелиальная дисфункция может быть обусловлена иммунным васкулитом [23] или септической коагулопатией [7, 13].

При патологоанатомическом осмотре двух павших собак отмечались изменения в различных органах и тканях. Печень увеличена, перерождена глинисто-красного цвета, упругой консистенции, зафиксирована зернистая и жировая дистрофия. В паренхиме наблюдали некротические очаги и кровоизлияния. Желчный пузырь переполнен буро-зеленой желчью. Почки увеличены в объеме, отечные, дряблые, серовато-красного цвета.

Фиброзная капсула серая, легко снимается. В паренхиме почек - мелкие очаги некроза. В легких геморрагические инфаркты. Лимфоузлы увеличены, отечные, с кровоизлияниями. Сердечная мышца дряблая, бледно-красного цвета. Под эпикардием — кровоизлияния. В желудочно-кишечном тракте признаки катарально-геморрагического воспаления. Селезенка без изменений.

Таким образом по результатам расчета морфологических и биохимических показателей крови собак, больных лептоспирозом, 29 баллов по шкале SAPS соответствует 14,5% риска летальности.

Знание прогноза дает возможность изменять терапию. Методами многофакторного анализа мы обнаружили следующие предикторы выживаемости собак после перенесенного сепсиса: уровень СОЭ, палочкоядерных нейтрофилов, АЛТ, АСТ, билирубина и мочевины через месяц после ОИТ. Полученные данные

диктуют необходимость лечения анемии, дисфункции печени и почек, проведение восстанавливающей терапии после ОИТ.

Наше исследование может стать основой для дальнейшей разработки прогностических концепций увеличения продолжительности жизни и снижения заболеваемости больных животных.

Существует два подхода к оценке степени тяжести болезни животного: физиологический и терапевтический. Физиологический - основан на связи с риском смерти животного количества и степени физиологической дисфункции. Слабость физиологических шкал в длительности исследований по сбору данных для окончательной прогностической оценки. Чем больше интервал, в течение которого оценивается состояние животного, тем более сильное влияние на него влияет окажет проводимое лечение, и тем меньше баллов по шкале будет отражать состояние больного при поступлении.

При терапевтическом подходе уровень терапии напрямую связан с физиологической нестабильностью, а также коррелирует с риском гибели животного. Слабость такого подхода является то, что кто -то из врачей предпочитает инвазивную практику, а кто-то консервативную.

Предсказание риска гибели животного основывается на оценке тяжести состояния пациента. Слово «риск» означает возможность возникновения неблагоприятного исхода, такого как преждевременная смерть. На математическом языке риск – это вероятность наступления события, например: от 0 – никогда, до 40 – обязательно. Фактор риска – это любое влияние (в том числе диагностические и лечебные процедуры), повышающее вероятность неблагоприятного исхода. Все вышеперечисленные результаты предсказуемы. Возможны прогностические прогнозы дальнейшего течения заболевания. Однако следует отметить, что риск и прогноз описывают совершенно разные явления. По сути, оценка риска — это процесс ранжирования пациентов в соответствии с уровнем риска, а затем проведение сравнительного анализа между животными со схожими показателями или уровнями риска.

Оценка тяжести состояния больного, производимая по шкалам, также предоставляет возможность прогнозировать риск смерти животного. Слово «риск» трактует возможность проявления неблагоприятного события. Факторами риска выступают особенности организма или любые внешние воздействия (как диагностические, так и лечебные), которые увеличивают вероятность неблагоприятного исхода. Прогноз будущего течения болезни возможен. Однако следует отметить, что прогноз и риск описывают совершенно разные события. Оценка риска построена на основе определения вероятности заболевания и прогноза вероятности исхода.

Оценка риска является методом сравнения только между группами сходного риска. Высокий риск летальности не означает, что это конкретное животное умрет, но что в его случае вероятность смерти достаточно высока. При риске смертности 50%, половина всех может погибнуть. Если риск гибели 10%, то 1 из каждых 10 больных умрет [16].

Ведущей причиной смерти было развитие синдрома полиорганной недостаточности. Органная дисфункция обычно проявляется в виде дисфункции дыхательной, почечной, сердечно-сосудистой, печеночной, кровеносной, желудочно-кишечной и центральной нервной систем [22]. Полиорганная недостаточность является частой причиной гибели пациентов отделений интенсивной терапии с выживаемостью 30–80% и взаимосвязана с количеством пораженных органов [5, 6].

Печень – жизненно важный орган с множеством функций, направленных на поддержание гомеостаза в организме. При сепсисе, связанном с лептоспирозом собак, печень является органом «первой линии защиты», регулирующим широкий спектр ключевых метаболических, гомеостатических и защитных реакций (связывание бактерий и выработка медиа-

торов воспаления), а также модулирующим иммунитет [18].

Печень при сепсисе вовлекается во многие патологические процессы и ее поражение приводит к нарушениям обмена веществ, иммунного ответа, процессов свертывания крови, детоксикации и антимикробной защиты. Сепсис и септический шок характеризуются нарушением регуляции реакции организма на инфекцию, что приводит к опасной для жизни органной дисфункции. Нарушение функции печени часто осложняет клиническую картину критического заболевания, значительно ухудшает прогноз сепсиса и является сильным независимым фактором смертности [8, 20].

Клинически двумя наиболее распространенными причинами септической дисфункции печени являются аноксический гепатит и сепсис-ассоциированный холестаз [11].

Дисфункция печени варьирует от субклинической до явной недостаточности. Поражения печени характеризовались от умеренно повышенного уровня сывороточных трансаминаз и билирубина у пациентов с острым сепсисом до повышенного уровня сывороточных трансаминаз при септическом шоке [19].

Таким образом, печеночная дисфункция и желтуха традиционно считаются поздними проявлениями сепсиса и полиорганной недостаточности. Тяжесть поражения печени часто связана с плохим прогнозом, но его точная частота остается неясной [1, 8, 15].

Баллы рассчитывают в соответствии с показателями шкал общей оценки тяжести состояния животного: шкала PIRO [29, 33, 35]; упрощенная шкала физиологических расстройств SAPS [9, 10, 29].

Прогностические шкалы различаются разрешающей способностью и калибровкой. Дискриминация шкалы позволяет делить пациентов на группы в зависимости от наличия или отсутствия анализируемого результата. Калибровка шкалы — это частота, предсказанная шкалой, эквивалентная результату исхода (например, смерти). Отмечено много факторов риска для одного исхода. Включив смертность в качестве меры исхода, несколько факторов можно классифицировать как факторы риска смерти. Часто фактор риска может иметь несколько характеристик, которые в совокупности определяют результат. В среднем прогностическая точность количественных систем оценки тяжести состояния составляет 85% [24]. Эти системы предоставляют возможность достаточно точно делать прогноз для пациентов с низкими баллами (выживаемость) и высокими баллами (смерть). При промежуточных значениях прогностическая точность значительно ниже, так как в этом случае многое зависит от своевременности и правильности лечения.

Оценка в баллах результатов клинико-лабораторного обследования служит надежным инструментом для оценки здоровья и благополучия животных. Она позволяет быстро и точно оценить состояние животного, выявить возможные проблемы со здоровьем и принять необходимые меры для их устранения.

Балльная оценка может быть основана на различных показателях, таких как температура тела, частота дыхания, пульс, артериальное давление, уровень глюкозы в крови, гематокрит, лейкоциты, эритроциты, тромбоциты и другие. Каждый показатель оценивается по шкале от 0 до 4, где 0 означает отсутствие проблемы, а 4 - серьезную проблему.

Для оценки состояния животного проводится комплексное обследование, включая как клинические, так и лабораторные показатели. Например, при оценке состояния сердечно-сосудистой системы, можно провести ЭКГ и ЭхоКГ, а также выполнить анализы крови на уровень холестерина, липопротеинов и других показателей.

После проведения обследования и оценки всех показателей, результаты суммируются и оцениваются в баллах. Чем выше сумма баллов, тем более вероятно, что у животного есть серьезные проблемы со здоровьем. Это позволяет быстро

принять меры по устранению проблем и предотвратить возможные осложнения.

Клиническая модель PIRO используется для стратификации животных с сепсисом. Эта модель основана на оценке состояния животного и его реакции на лечение. Общий балл PIRO представляет собой сумму всех подбаллов, где более высокие баллы указывают на ухудшение здоровья [29, 33, 35]. Оценка состояния животного проводится на основе его клинических признаков и данных лабораторных исследований. После постановки диагноза проводится оценка тяжести состояния животного. Затем определяются цели лечения, которые должны быть достигнуты в течение определенного времени. Наконец, проводится наблюдение за животным, чтобы оценить его состояние и эффективность лечения. Клиническая модель PIRO помогает врачам быстро и точно определить тяжесть состояния животного с сепсисом и выбрать наиболее эффективный план лечения [29, 33, 35]. Она также позволяет оценить эффективность проводимого лечения и скорректировать его при необходимости.

При оценке показателей PIRO в прогностике развития септических процессов в организме учитывают каждый из 4-х показателей: предрасположенность (P), включающая породу, пол, возраст животного; инфекция (I), связанная с видом обнаруженного патогена; системный ответ организма на инфекцию R, характеризующийся основными клиническими показателями - температура тела, частота сердечных сокращений, частота дыхания и количество лейкоциты в крови; органная дисфункция (O), выявленная в одном или нескольких органах животного. При максимальной оценке каждого показателя в бальной системе от 0 до 3 формула прогноза будет выглядеть при суммировании всех 4-х показателей следующим образом:

0–2 балла – прогноз благоприятен;

3–4 балла – благоприятный прогноз при проведения лечебно-профилактических мероприятий;

5–9 балла – сомнительный, осторожный прогноз, необходимо стационарное лечение;

10–12 балла – неблагоприятный прогноз (сепсис) [9, 10, 29, 30, 33, 35].

Следует отметить, что при однофакторном анализе не было выявлено связи с исходом для частоты сердечных сокращений, частоты дыхания и клинических признаков обезвоживания, анорексии, рвоты и диареи. Ни один из оцененных биохимических показателей сыворотки или газов крови, зарегистрированных при поступлении, не был связан с выживаемостью при однофакторном анализе [2]. Необходима комплексная оценка целого ряда показателей позволяющая дать совокупную предикторную оценку выживаемости при септических заболеваниях животных. Для этого нужна методология позволяющая улучшить точность выявления сепсиса, включающая особенности патогенеза и оценку результатов лабораторных исследований. В качестве комплексной оценки может быть предложена балльная оценка по шкале SAPS [9, 10, 29].

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В настоящее время сепсис остается основной причиной смерти в большинстве отделений интенсивной терапии. Необходим новый эвристический подход к оценкам риска гибели и прогнозам развития сепсиса у собак. Иммунный ответ, который возникает во время сепсиса, характеризуется фазами гипервоспаления и иммуносупрессии, зачастую ведущими к гибели животного.

Таким образом, оценка риска и прогноз развития сепсиса у собак позволит не только вовремя и полно выбрать стратегию интенсивной терапии у пациентов с сепсисом, но и профилактировать возникновение, предотвращать прогресс персистирующей органной дисфункции – недостаточности после перенесенного септического эпизода.

Внедрение шкалы оценки показателей SAPS позволяет на ранних сроках септического процесса выделить животных с повышенным риском развития осложнений и прогнозировать исход заболевания.

Для выяснения средних балльных показателей по шкале SAPS у животных различной инфекционной патологии, нами были проанализированы литературные данные, полученные различными авторами при обследовании инфекционных болезней животных.

Необходимо продолжение разработки унифицированных счетных систем, позволяющих прогнозировать результаты возможных септических осложнений. Знание прогноза дает возможность изменять терапию, а также управлять ожиданиями владельцев животных.

HEURISTIC APPROACHES TO RISK ASSESSMENT AND PROGNOSIS OF SEPSIS IN DOGS

Laptev S.V. * – Associate Professor of the Department of Epizootology and Organization of Veterinary Affairs, Candidate of Biological Sciences, **Pimenov N.V. –** Professor of the Department of Immunology and Biotechnology, Doctor of Biological Sciences, **Mazanova S.N. –** Associate Professor of the Department of Immunology and Biotechnology, Candidate of Biological Sciences, **Permyakova K.Yu. –** Senior lecturer of the Department of Immunology and Biotechnology, **Ivannikova R.F.,** Associate Professor of the Department of Immunology and Biotechnology, Candidate of Biological Sciences

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA named after K.I. Skryabin»

*x9131078824@yandex.ru

The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 22-26-00091, https://rscf.ru/project/22-26-00091/

ABSTRACT

This study examines approaches to assessing the risk of death and predicting the development of sepsis in dogs. Sepsis remains one of the key clinical problems in medicine and veterinary medicine, due to its widespread prevalence throughout the world, leading to high mortality. Sepsis is based on the reaction of systemic inflammation of the body, which is realized in the presence of signs of SIRS, bacteremia and/or an infectious focus of various nature in combination with acute signs of organ dysfunction and/or evidence of microbial dissemination. Since sepsis develops only progressively, it is impossible for the animal to recover independently without providing it with timely and appropriate medical care.

Today, one of the key issues remains improving approaches to assessing the risk of death and predicting the development of sepsis in dogs. An attempt to combine the pathogenicity factors of an infectious agent and the failure of the host's defense mechanisms is reflected in the concepts of PIRO, SAPS and MODS, which evaluate the links in the etiopathogenesis of sepsis. Thus, heuristic approaches will allow us to come closer to the development of pathogenetically based methods for assessing the risk of death of animals and predicting the development of sepsis in dogs. These approaches are based on criteria for assessing PIRO indicators: predisposition (P), including breed, sex, age of the animal; infection (I) associated with the type of pathogen detected; systemic response of the body to infection R, characterized by the main clinical indicators - body temperature, heart rate, respiratory rate and the number of leukocytes in the blood; organ dysfunction (O) identified in one or more organs of the animal. An important role in the objective prognosis is given to the evaluation criteria on the SAPS scale, taking into account changes in indicators towards hyperinflammation (SIRS) or immunosuppression (MODS), which determine the stage of development of sepsis and the likelihood of the risk of death of the sick animal. On average, the predictive accuracy of quantifying disease severity systems is 70–85%.

An algorithm for translating clinical and laboratory data into a SAPS scale of indicators (scores) that determines the severity of the disease in leptospirosis in dogs is proposed. It has been shown that on the SAPS scale for canine leptospirosis, a score of 29

points indicates only a 14.5% risk of mortality.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bonde P., Ku NC., Genovese EA et al. Model and end-stage liver disease score predicts adverse events ralated to ventricular assist therapy. Ann Thorac Surg. 2012; 93:1541-7 discussion 1547-8.
2. Brewer RJ, Lanfear DE, Sai-Sudhakar KB, Sundareswaran KS, Ravi W, Farrar JJ, Slaughter M. Extreme body mass index values do not affect medium-term survival after implantation of an assistive device continuous action for the left ventricle. J Heart and lung transplant. February 2012; 31(2): 167-72. doi: 10.1016/j.healun.2011.11.006. PMID: 22305378.
3. Bruno, Courtay, Merial, S.A.S. Лептоспироз у собак / Bruno, Courtay, Merial, S.A.S. // Матер. 18-го Московского ветеринарного конгресса. – М., 2010. – С. 28
4. Delmas B., Jabot J., Chanareille P, Ferdynus C., Allyn J., Allou N. et al. Leptospirosis in ICU: A Retrospective Study of 134 Consecutive Admissions. Crit. Care Med. 2018; 46(1): 93– 9. DOI: 10.1097/CCM. 0000000000002825.
5. Engel C, Brunkhorst FM, Bone HG et al. Epidemiology of sepsis in Germany: results from a national perspective multicenter study. Intensive Care Med. 2007; 33:606-18.
6. Gajewska K, Schroeder M, de Marre F, Vincent J.L. Analysis of terminal events in 109 successive deaths in a Belgian intensive care unit. Intensive Care Med 2004. 30:1224 -1227.
7. Goeijenbier M, Gasem MH, Meijers JCM, Hartskeerl RA, Ahmed A, Goris MGA, et al. Markers of endothelial cell ac tivation and immune activation are increased in patients with severe leptospirosis and associated with disease severity. Journal of Infection. 2015;71(4):437–46. http:// dx.doi.org/10.1016/j. jinf.2015.05.016
8. Horvatits T., Trauner M., Fuhrmann V. Hypoxic liver injury and cholestasis. Curr Opin Crit Care 2013, 19:128-132.
9. Laptev, S. Prognosis of purulent-septic pathologies in veterinary propaedeutics of generalization of bacterioses on a dog_model / Laptev, S., Pimenov, N., Marzanova, S., Permyakova K. // E3S Web of Conferences 380, 01010 (2023) STDAIC-2022 https://doi.org/10.1051/ e3sconf/202338001010
10. Laptev, S. Prognosis of Purulent-Septic Pathologies in Veterinary Propaedeutics of Generalization of Bacterioses on a Cat Model / Sergey Laptev, Nikolaj Pimenov, Saida Marzanova and Kristina Permyakova // International Conference "Sustainable Development: Veterinary Medicine, Agriculture, Engineering and Ecology" (VMAEE2022) Melville, New York, 2023, AIP Conf. Proc. 281 7, 020047-1-0200476; https:// doi.org/10.1063/5.0148361
11. Lescot Th, Karvellas C, Beaussier M., Magder Sh. Acquired Liver Injury in the Intensive Care Unit I Anesthesiology 10, 2012, Vol. 117, 898-904.
12. Ludwig B., Zotzmann V., Bode C., Staudacher D.L., Zschiedrich S. Lethal pulmonary hemorrhage syndrome due to Leptospira infection transmitted by pet rat. IDCases 2017; (8): 84–6. DOI: 10.1016/ j.idcr.2017.04.016
13. Medeiros Fda R, Spichler A, Athanazio DA. Leptospirosis-associated disturbances of blood vessels, lungs and hemostasis. Acta Trop. 2010 Jul-Aug;115(1-2):155-62.
14. Meyer, K.F. Canine leptospirosis in the United States / K.F. Meyer, B. Stewart-Andersen, B. Eddie // T.A.V.M.A. - 1939. - P. 95
15. Nesseler N., Launey Y., Aninat C., Morel F., Mallédant Y., Seguin Ph. Clinical review: The liver in sepsis Critical Care 2012, 16:235 doi:10.1186/cc11381
16. Pollack MM et al. Pediatric Risk of Mortality score. \\ Crit Care Med – 1988.Vol. 16 – p.1110-1116.
17. Quinn DK, Quinn J, Conlon PJ, Murphy PT. A case of leptospirosis presenting as TTP. Am J Hematol. 2013;88(4):337 Epub 2013/02/13. doi: 10.1002/ajh.23393.
18. Seki S, Habu Y, Kawamura Tet al: The liver is a crucial organ in the first line of host defense: the roles of Kupffer cells, natural killer (NK) cells and NK1.1 Ag+ Tells in T helper 1 immune responses. Immunol Rev, 2000, 174:35-46. Horvatits T, Trauner M,

Fuhrmann V. Hypoxic liver injury and cholestasis in critically ill patients. Curr Opin Crit Care. 2013;19(2):128-32.
19. Strassburg CP. Gastrointestinal disorders of the critically ill. Shock liver. Best Pract Res Clin Gastroenterol. 2003 Jun;17(3):369-81.
20. Strnad P, Tacke F, Koch A, Trautwein Ch. Liver - guardian, modifier and target of sepsis. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology; 2017; 14,55-66.
21. Sukran K, Tatar B, Ersan G, Topaloglu S. A leptospirosis case presenting with thrombotic thrombocytopenic purpura. Balkan medical journal. 2013;30(4):436–8. Epub 2014/09/11. doi: 10.5152/balkanmedj.2013.9078
22. Vishal Bansal, Jay Doucet. Multiple organ disfunction syndrome. Scientific American Surgery 06/2015 Critical Care 2015 Decker Intellectual Properties DOI 10.2310/7800.2160.
23. Yücel Koçak S, Kudu A, Kayalar A, Yilmaz M, Apaydin S. Leptospirosis With Acute Renal Failure and Vasculitis: A Case Report. Arch Rheumatol. 2018 Nov 30;34 (2):229-232.
24. Александрович Ю. С., Гордеев В. И. Оценочные и прогностические шкалы в медицине критических состояний Изд-во «Сотис». — 2007.- 140 с.
25. Асеева И. А. Прогностические практики в науке и культуре. Курск: Изд-во КГМУ, 2009. 232 с.
26. Еремеева, Л.Ф. Выбор экстракорпоральной терапии с учетом вида коагулопатии при печеночно-почечной недостаточности/ Л. Ф. Еремеева [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. – 2012. – № 3. – С. 56–61.
27. Иванюк, В. П. Распространение, патогенез и комплексная терапия лептоспироза собак / В. П. Иванюк, О. Ю. Мещеряков, Г. Ш. Наврузшоева // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 11. – С. 35-42. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202211005.
28. Кривко М.С. Изменение морфологических и биохимических показателей крови собак при лептоспирозе / Международный научно-исследовательский журнал № 3 (117) 2022, с. 168
29. Лаптев С. В. Клиническая модель PIRO для стратификации животных с сепсисом / Лаптев С. В., Пименов Н. В., Марзанова С.Н., Пермякова К.Ю // Актуальные проблемы инфекционной патологии животных и пути их решения. – Витебск. 2023. – С. 85–88.
30. Лаптев, С. В. Прогноз септических патологий в ветеринарной пропедевтике на модели панлейкопении кошек / С. В. Лаптев, Н. В. Пименов, Х. С. Горбатова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 11. – С. 52–58. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202211007.
31. Лаптев, С. В. Системный анализ отечественной и зарубежной литературы, отражающей особенности патогенеза при лептоспирозе собак / С. В. Лаптев, С. Ю. Пигина, М. В. Селина // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 12–1. – С. 56–64. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202212108.
32. Малахов Ю. А., Соболева Г. Л. Специфическая профилактика лептоспироза животных/Ю.А. Малахов, Г. Л. Соболева // Ветеринария. - 1993. - №5. - С. 5–7.
33. Пименов Н. В. Модель PIRO как комплексная оценка септических осложнений в ветеринарной пропедевтике / Н. В. Пименов, С. В. Лаптев, С. Н. Марзанова, К. Ю. Пермякова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 4. – С. 6–15. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202204001.
34. Мойсова, Д.Л. Клиника и патоморфология нарушений гемостаза при тяжелом лептоспирозе / Д.Л. Мойсова, В.Н. Городин // Инфекционные болезни. – 2020. – Т. 18. – № 1. – 43–52.
35. Пименов, Н. В. Критерии в прогностике генерализации бактериозов у собак с воспалением матки / Н. В. Пименов, С. В. Лаптев, К. Ю. Пермякова [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 3. – С. 11-21. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.3.11.
36. Пирожкова С. В. Прогнозирование и его место в системе научного знания/ Вопросы философии. 2018. № 11. С.

37. Регуш Л.А. Психология прогнозирования. Успехи в познании будущего/ Л.А. Регуш. - С.- Пб.: Речь, 2003. - 254 с.
38. Сидоренко, Е.Ю. Эпизоотология и эпизоотическая ситуация лептоспироза кошек в Сумской области, Украина / Е. Ю. Сидоренко // Матер. 18-го Московского ветеринарного конгресса. – М., 2010. – С. 68.
39. Столяр А.Г. Прогнозирование результатов трансплантации почки. Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. [Место защиты: ФГБОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации], Екатеринбург, 2016, 20 с.
40. Тарасова С. А. Математические методы прогнозирования в медицине / С. А. Тарасова // Актуальные проблемы и перспективы преподавания по математике: сб. ст. / Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2013. — С. 162—165.
41. Швечкова, О. Г. Лептоспироз у собак в условиях крупного города: специальность 16.00.03: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Швечкова Ольга Геннадьевна. – Санкт-Петербург, 1996. – 20 с.
42. Ярская, В.Н. Научное предвидение / В.Н. Ярская. - Саратов, 1980.

REFERENCES

1.Bonde P., Ku NC., Genovese EA et al. Model and end-stage liver disease score predicts adverse events ralated to ventricular assist therapy. Ann Thorac Surg. 2012; 93:1541-7 discussion 1547-8.
2.Brewer RJ, Lanfear DE, Sai-Sudhakar KB, Sundareswaran KS, Ravi W, Farrar JJ, Slaughter M. Extreme body mass index values do not affect medium-term survival after implantation of an assistive device continuous action for the left ventricle. J Heart and lung transplant. February 2012; 31(2): 167-72. doi: 10.1016/j.healun.2011.11.006. PMID: 22305378.
3. Bruno, Courtay, Merial, S.A.S. Leptospirosis in dogs / Bruno, Courtay, Merial, S.A.S. // Mater. 18th Moscow Veterinary Congress. – M., 2010. – p. 28
4.Delmas B., Jabot J., Chanareille P, Ferdynus C., Allyn J., Allou N. et al. Leptospirosis in ICU: A Retrospective Study of 134 Consecutive Admissions. Crit. Care Med. 2018; 46(1): 93– 9. DOI: 10.1097/CCM. 0000000000002825.
5.Engel C, Brunkhorst FM, Bone HG et al. Epidemiology of sepsis in Germany: results from a national perspective multicenter study. Intensive Care Med. 2007; 33:606-18.
6.Gajewska K, Schroeder M, de Marre F, Vincent J.L. Analysis of terminal events in 109 successive deaths in a Belgian intensive care unit. Intensive Care Med 2004. 30:1224 -1227.
7.Goeijenbier M, Gasem MH, Meijers JCM, Hartskeerl RA, Ahmed A, Goris MGA, et al. Markers of endothelial cell ac tivation and immune activation are increased in patients with severe leptospirosis and associated with disease severity. Journal of Infection. 2015;71(4):437–46. http:// dx.doi.org/10.1016/j. jinf.2015.05.016
8.Horvatits T., Trauner M., Fuhrmann V. Hypoxic liver injury and cholestasis. Curr Opin Crit Care 2013, 19:128-132.
9. Laptev, S. Prognosis of purulent-septic pathologies in veterinary propaedeutics of generalization of bacteria on a dog_model / Laptev, S., Pimenov, N., Marzanova, S., Permyakova K. // E3S Web of Conferences 380, 01010 (2023) STDAIC-2022 https:// doi.org/10.1051/e3sconf/202338001010
10.Laptev, S. Prognosis of Purulent-Septic Pathologies in Veterinary Propaedeutics of Generalization of Bacterioses on a Cat Model / Sergey Laptev, Nikolaj Pimenov, Saida Marzanova and Kristina Permyakova // International Conference "Sustainable Development: Veterinary Medicine, Agriculture, Engineering and Ecology" (VMAEE2022) Melville, New York, 2023, AIP Conf. Proc. 281 7, 020047-1-0200476; https:// doi.org/10.1063/5.0148361
11.Lescot Th, Karvellas C, Beaussier M., Magder Sh. Acquired Liver Injury in the Intensive Care Unit I Anesthesiology 10, 2012, Vol. 117, 898-904.
12.Ludwig B., Zotzmann V., Bode C., Stau-

dacher D.L., Zschiedrich S. Lethal pulmonary hemorrhage syndrome due to Leptospira infection transmitted by pet rat. IDCases 2017; (8): 84–6. DOI: 10.1016/j.idcr.2017.04.016
13.Medeiros Fda R, Spichler A, Athanazio DA. Leptospirosis-associated disturbances of blood vessels, lungs and hemostasis. Acta Trop. 2010 Jul-Aug;115(1-2):155-62.
14.Meyer, K.F. Canine leptospirosis in the United States / K.F. Meyer, B. Stewart-Andersen, B. Eddie // T.A.V.M.A. - 1939. - P. 95
15.Nesseler N., Launey Y., Aninat C., Morel F., Mallédant Y., Seguin Ph. Clinical review: The liver in sepsis Critical Care 2012, 16:235 doi:10.1186/cc11381
16.Pollack MM et al. Pediatric Risk of Mortality score. \\ Crit Care Med – 1988.Vol. 16 – p.1110-1116.
17.Quinn DK, Quinn J, Conlon PJ, Murphy PT. A case of leptospirosis presenting as TTP. Am J Hematol. 2013;88(4):337 Epub 2013/02/13. doi: 10.1002/ajh.23393.
18.Seki S, Habu Y, Kawamura Tet al: The liver is a crucial organ in the first line of host defense: the roles of Kupffer cells, natural killer (NK) cells and NK1.1 Ag+ Tells in T helper 1 immune responses. Immunol Rev, 2000, 174:35-46. Horvatits T, Trauner M, Fuhrmann V. Hypoxic liver injury and cholestasis in critically ill patients. Curr Opin Crit Care. 2013;19(2):128-32.
19.Strassburg CP. Gastrointestinal disorders of the critically ill. Shock liver. Best Pract Res Clin Gastroenterol. 2003 Jun;17(3):369-81.
20.Strnad P, Tacke F, Koch A, Trautwein Ch. Liver - guardian, modifier and target of sepsis. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology; 2017; 14,55-66.
21.Sukran K, Tatar B, Ersan G, Topaloglu S. A leptospirosis case presenting with thrombotic thrombocytopenic purpura. Balkan medical journal. 2013;30(4):436–8. Epub 2014/09/11. doi: 10.5152/balkanmedj.2013.9078
22.Vishal Bansal, Jay Doucet. Multiple organ disfunction syndrome. Scientific American Surgery 06/2015 Critical Care 2015 Decker Intellectual Properties DOI 10.2310/7800.2160.
23.Yücel Koçak S, Kudu A, Kayalar A, Yilmaz M, Apaydin S. Leptospirosis With Acute Renal Failure and Vasculitis: A Case Report. Arch Rheumatol. 2018 Nov 30;34 (2):229-232.
24. Alexandrovich Yu. S., Gordeev V. I. Evaluation and prognostic scales in the medicine of critical states of the Publishing House "Sotis". - 2007.- 140 p.
25. Aseeva I. A. Prognostic practices in science and culture. Kursk: Publishing House of KSMU, 2009. 232 p.
26. Eremeeva, L.F. The choice of extracorporeal therapy taking into account the type of coagulopathy in hepatic-renal insufficiency / L. F. Eremeeva [et al.] // Kuban Scientific Medical Bulletin. – 2012. – No. 3. – pp. 56-61.
27. Ivanyuk, V. P. The spread, pathogenesis and complex therapy of leptospirosis of dogs / V. P. Ivanyuk, O. Y. Meshcheryakov, G. S. Navruzshoeva // Veterinary, animal science and biotechnology. – 2022. – No. 11. – PP. 35-42. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202211005. – EDN AXKGVB.
28. Krivko M.S. Changes in morphological and biochemical parameters of the blood of dogs with leptospirosis / International Scientific Research Journal No. 3 (117) 2022, p. 168
29. Laptev S. V. Clinical model of PIRO for stratification of animals with sepsis / Laptev S. V., Pimenov N. V., Marzanova S.N., Permyakova K.Yu. // Actual problems of infectious pathology of animals and ways to solve them. – Vitebsk. 2023. – pp. 85-88. – EDN FKQQGA
30. Laptev, S. V. Prognosis of septic pathologies in veterinary propaedeutics on the model of panleukopenia of cats / S. V. Laptev, N. V. Pimenov, H. S. Gorbatova // Veterinary, animal science and biotechnology. – 2022. – No. 11. – pp. 52-58. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202211007. – EDN IBOFHC.
31. Laptev, S. V. System analysis of domestic and foreign literature reflecting the features of pathogenesis in leptospirosis of dogs / S. V. Laptev, S. Yu. Pigina, M. V. Selina // Veterinary, animal science and bio-

technology. – 2022. – No. 12-1. – pp. 56-64. – DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202212108. – EDN IPWZRV.
32. Malakhov Yu. A., Soboleva G. L. Specific prevention of animal leptospirosis/ Yu.A. Malakhov, G. L. Soboleva // Veterinary medicine. - 1993. - No.5. - pp. 5-7.
33. Pimenov N. V. The PIRO model as a comprehensive assessment of septic complications in veterinary propaedeutics / N. V. Pimenov, S. V. Laptev, S. N. Marzanova, K. Yu. Permyakova // Veterinary, animal science and biotechnology. – 2022. – No. 4. – pp. 6-15. – DOI 10.36871/ vet.zoo.bio.202204001. – EDN ZDLBVS.
34. Moisova, D.L. Clinic and pathomorphology of hemostasis disorders in severe leptospirosis / D.L. Moisova, V.N. Gorodin // Infectious diseases. – 2020. – T. 18. – № 1. – 43-52.
35. Pimenov, N. V. Criteria in the prognostics of generalization of bacterioses in dogs with inflammation of the uterus / N. V. Pimenov, S. V. Laptev, K. Yu. Permyakova [et al.] // International Bulletin of Veterinary Medicine. – 2022. – No. 3. – pp. 11-21. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.3.11.
36. Pirozhkova S. V. Forecasting and its place in the system of scientific knowledge/ Questions of philosophy. 2018. No. 11. p.
37. Regush L.A. Psychology of forecasting. Successes in cognition of the future / L.A. Regush. - S.- Pb.: Speech, 2003. - 254 p.
38. Sidorenko, E.Y. Epizootology and epizootic situation of cat leptospirosis in Sumy region, Ukraine / E. Y. Sidorenko // Mater. 18th Moscow Veterinary Congress. – M., 2010. – p. 68.
39. Stolyar A.G. Forecasting the results of kidney transplantation. Dissertation for the degree of Doctor of Medical Sciences. [Place of defense: I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation], Yekaterinburg, 2016, 20 p.
40. Tarasova S. A. Mathematical methods of forecasting in medicine / S. A. Tarasova // Actual problems and prospects of teaching mathematics: Sat. art. / Yugo-Zap. gos. un-T. Kursk, 2013. — pp. 162-165.
41. Shvechkova, O. G. Leptospirosis in dogs in a large city: specialty 16.00.03: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Veterinary Sciences / Shvechkova Olga Gennadievna. – St. Petersburg, 1996. – 20 p.
42. Yarskaya, V.N. Scientific foresight / V.N. Yarskaya. - Saratov, 1980.

УДК: 636.5.034:615.33:591.111.1
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.51

ДИНАМИКА ЛЕЙКОГРАММЫ КРОВИ ЦЫПЛЯТ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТАФИЛОКОККОЗА

Моисеева А.А. [1] * – научный сотрудник (ORCID 0000-0003-2730-3012), **Скворцов В.Н.** [1] – руководитель (ORCID0000-0002-9629-0000), **Присный А.А.**[1,2] – д-р биол. н., вед. науч. сотр. (ORCID 0000-0001-5229-8337), **Логвинова С.С.** [1] – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0001-7586-6667), **Горбанёва А.С.** [1] – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0003-1128-0020).

[1] Белгородский филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук»
[2] ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

*annamoiseeva1202@yandex.ru

Ключевые слова: *цыплята, кровь, лейкоцитарная формула, экспериментальное заражение, стафилококкоз.*
Keywords: *chicks, blood, leukogram, experimental infection, staphylococcosis.*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ
Исследованы изменения в лейкоцитарной формуле цыплят кросса Хайсекс Браун, вызванные воздействием экспериментального стафилококкоза. Осуществлено формирование трех экспериментальных групп, из которых I – контрольная, II-III – опытные. Заражение проведено внутрибрюшинно культурами *Staphylococcus aureus* (группа II) и *Staphylococcus cohnii* (группа III) в концентрации 3 McF. Кровь отбирали методом внутрисердечной пункции на 1, 3, 5, 7, 9, 11 и 13 сутки после заражения. Изучена лейкоцитарная формула в окрашенных мазках крови. В результате проведенных исследований в показателях лейкоцитарной формулы крови обеих опытных групп установлены длительные изменения, наиболее выраженные на первые, третьи, пятые, седьмые и девятые сутки. Зафиксирован рост количества лейкоцитов в крови цыплят групп II и III, а также продолжительная псевдоэозинофилия и моноцитоз. Снижение абсолютного содержания лимфоцитов в обеих опытных группах к завершению опыта было нивелировано. Незначительные изменения в показателях относительной численности эозинофилов, в основном, зафиксированы в крови цыплят III группы. Следует отметить, что к последним суткам исследований существенных изменений в показателях преимущественно не обнаружено. Выявленные сдвиги в лейкоцитарной формуле крови цыплят группы II выражены в большей степени, относительно данных другой опытной группы. Основываясь на полученных данных, можно предположить, что токсическое воздействие *St. aureus* на организм птиц более выраженно по сравнению с влиянием *St. cohnii*.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Стафилококкоз – инфекционное заболевание, вызываемое бактериями рода *Staphylococcus*, регистрируемое у всех видов птиц. Протекает остро или хронически, характеризуется формированием септицемии (у цыплят раннего возраста), поражением суставов и кожи, а также респираторного тракта [1, 2, 3]. Кроме того, стафилококк способен персистировать в организме как в виде бессимптомного носительства, так и проявляться как секундарная инфекция, осложняющая течение разных патологических реакций, либо же способствовать появлению отдельной болезни. Стафилококкоз является причиной снижения продуктивности и увеличения падежа поголовья, что наносит существенный ущерб птицеводству [4, 5].

Чаще всего этиологическим агентом патологии являются бактерии *St. aureus, S. epidermidis, S. gallinarum, S. hyicus* [6]. Основным местом локализации стафилококковой инфекции у кур обычно являются кости, влагалища сухожилий и суставы конечностей, кроме того, микроорганизмы могут поражать кожу, желточный мешок, сердце, печень, суставы позвоночника и грудной клетки [7, 8]. Стафилококки способны вызывать инфекционный синовит, абсцессы, некротический геморрагический дерматит у взрослых птиц, а также омфалит у вылупившихся цыплят [4]. Кроме того, эти бактерии могут продуцировать токсины, в частности гемолизины, разрушающие эритроциты, и лейкоцидины, лизирующие лейкоцитарные клетки. Так, а-токсин, вырабатываемый микроорганизмом *St. aureus* проявляет цитолитические свойства в отношении моноцитов, лимфоцитов, тромбоцитов [9]. В связи с вышеперечисленными патологиями, обусловленными воздействием стафилококковой инфекции на организм, целью нашего исследования было изучение влияния экспериментального заражения двумя представителями рода *Staphylococcus* – *St. aureus* и *St. cohnii* на лейкоцитарную формулу крови цыплят, отражающую физиологическое состояние организма птицы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Для проведения исследований, по принципу аналогов были сформированы три группы, состоящие из цыплят кросса Хайсекс Браун месячного возраста. В ходе эксперимента все исследуемое поголовье получало рацион, сбалансированный по основным питательным и биологически активным веществам. Группы II и III были экспериментально внутрибрюшинно заражены культурами *St. aureus* (II) и *St. cohnii* (III) в концентрации 3 McF, в то время как группа I являлась контрольной. Отбор крови методом внутрисердечной пункции проводили на 1, 3, 5, 7, 9, 11 и 13 сутки после заражения. Стабилизацию отобранных проб крови проводили с использованием 3,8 % цитрата натрия.

Определяли содержание лейкоцитов в крови цыплят методом прямого подсчета в камере Горяева. В мазках крови окрашенных по Романовскому-Гимзе исследовали количество эозинофилов, базофилов, псевдоэозинофилов, лимфоцитов и моноцитов, после чего по процентному содержанию отдельных форм относительно общего числа лейкоцитарных клеток осуществляли расчет лейкограммы.

Статистическая обработка цифрового материала проведена с использованием программы SPSS Statistic 17.0, достоверность полученных результатов оценивали при помощи непараметрического критерия Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В ходе проведенных исследований, на первые и третьи сутки опыта выявлено повышение количества лейкоцитов в крови цыплят опытных групп (таблица 1), что, вероятно, является следствием проникновения в организм бактериального агента. Тем не менее, более выраженный статистически значимый лейкоцитоз вызван заражением культурой *St. aureus* (группа II), разница с контрольными данными составила 50 % и 58 %, при этом аналогичная динамика в группе III проявилась ростом на 46 % и 41 % соответственно. Лейкоцитоз является ответной реакцией на влияние инфекционных фак-

торов, что наблюдается обычно при всех кокковых инфекциях, в том числе и стафилококкозе, кроме того повышение содержания этих клеток в крови может свидетельствовать об активном течении фагоцитарного процесса [10].

Зафиксировано статистически значимое увеличение абсолютной численности псевдоэозинофилов в крови цыплят групп II и III на первые (более 60 %) и третьи сутки (38 % и 27 %) после заражения. Однако изменения в группе II были более длительны и выявлены дополнительно на пятые сутки исследований (выше контрольных значений на 17 %) (таблицы 2-3). Вероятно, установленная псевдоэозинофилия отражает формирование иммунной реакции, так как известно, что именно эти лейкоцитарные клетки являясь первой линией защиты организма против стафилококков, быстро мигрируют в ткани, где внедряют гранулярные компоненты и токсичные окислители для эффективного фагоцитоза [11, 12].

Кроме того, практически на протяжении всего опыта зарегистрировано повышение количества других клеток, выполняющих иммунные функции – моноцитов. Моноцитоз в группе II проявился увеличением численности на 89 %, 87 %, 63 %, 88 %, 74 % и 48 % на первые, третьи, пятые, седьмые, девятые и одиннадцатые сутки опыта. Содержание моноцитов в крови цыплят группы III выросло в аналогичный временной период на 85 %, 84 %, 72 %, 88 %, 87 % и 59 % соответственно. Моноцитоз, как и ранее описанная псевдоэозинофилия и лейкоцитоз, вероятно, обусловлен экспериментальным стафилококкозом, однако, выявленная динамика всех клеток более выражена в группе, зараженной St. aureus. Повышение количества моноцитов в крови у птиц отмечают в первую фазу процесса выздоровления при инфекционных патологиях, что обозначается как «моноцитарная защитная фаза» [13].

Содержание лимфоцитов в крови цыплят опытных групп характеризовалось неоднозначной динамикой. В группе II падение абсолютной численности этих клеток на 23 %, 33 и 46 % зафиксировано на пятые, седьмые и девятые сутки. Лимфопения в группе III установлена на первые, седьмые и девятые сутки (60 %, 33 %, 43 %). Известно, что у птиц снижение количества этих клеток в крови может быть взаимосвязано с ростом псевдоэозинофилов и носить относительный характер [14].

Рост численности базофилов в крови цыплят группы II был более длительным. Так, зарегистрирована динамика относительного количества клеток на первые, третьи, седьмые, девятые и тринадцатые сутки, где разница с контрольными данными составила 83 %, 77 %, 54 %, 43 %, 53 %. Базофилия в группе III выявлена только на третьи сутки опыта (выше на 77 %). Предполагается, что базофилы способны к проявлению некоторой фагоцитарной реакции и содержат в себе окислительные ферменты [13].

Таблица 1

Содержание лейкоцитов в крови исследуемых цыплят, $10^9 \cdot л^{-1}$

Сутки	Группа I	Группа II	Группа III
1	18,8±1,01	37,6±3,65*	27,6±1,16*
3	19,2±0,80	30,4±2,13*	27,2±1,85*
5	20,4±0,74	22,4±0,56	21,6±1,46
7	20,0±1,89	22,6±1,46	21,6±0,73
9	23,2±1,01	21,6±0,34	22,8±1,16
11	25,2±1,01	24,8±1,35	27,4±0,77
13	28,4±0,74	27,2±1,49	26,4±0,71

** – статистически достоверные различия между значениями параметров в контрольной и группах опыта по U-критерию Манна-Уитни при p<0,05*

Таблица 2

Динамика абсолютных значений лейкограммы цыплят, $10^9 \cdot л^{-1}$

сутки	Группа	Моноциты	Лимфоциты	Эозинофилы	Псевдо-эозинофилы	Базофилы
1	I	0,37±0,05	6,53±0,60	1,42±0,22	9,65±0,39	0,3±0,09
	II	3,6±0,47*	5,05±1,97	21,64±0,24	25,6±2,47*	1,82±0,98*
	III	2,56±0,45*	2,56±0,45*	1,19±0,16	20,3±1,20*	0,98±0,14
3	I	0,42±0,07	4,39±0,59	1,54±0,22	12,14±0,48	0,22±0,03
	II	3,46±0,35*	4,51±0,41	1,69±0,21	19,6±1,46*	1,04±0,16*
	III	2,87±0,29*	4,86±0,47	2,05±0,16	16,8±1,21*	0,96±0,09*
5	I	0,36±0,11	6,39±0,28	1,02±0,15	12,14±0,59	0,36±0,06
	II	0,98±0,13*	4,9±0,17*	1,16±0,14	14,4±0,58*	0,44±0,10
	III	1,33±0,35*	5,5±0,28	1,05±0,04	13,2±1,21	0,44±0,16
7	I	0,24±0,05	6,24±0,50	1,54±0,22	11,82±1,18	0,2±0,01
	II	2,08±0,07*	4,18±0,32*	1,37±0,11	13,48±1,14	0,47±0,08
	III	2,06±0,16*	3,96±0,26*	0,97±0,20	14,26±1,36	0,34±0,04
9	I	0,37±0,10	6,9±0,44	0,99±0,16	14,6±0,90	0,32±0,05
	II	1,44±0,21*	3,72±0,17*	0,95±0,11	14,86±0,58	0,62±0,16
	III	2,98±0,04*	3,88±0,26*	0,74±0,13	13,44±0,88	0,94±0,10*
11	I	0,66±0,12	7,30±0,38	1,27±0,20	15,45±0,55	0,46±0,13
	II	1,27±0,17*	6,26±0,57	1,45±0,19	15,10±0,93	0,66±0,11
	III	1,62±0,21*	6,58±0,78	1,65±0,12	15,43±0,83	0,57±0,10
13	I	0,51±0,10	7,8±0,83	1,99±0,22	17,48±0,70	0,32±0,07
	II	0,63±0,14	6,87±0,68	1,65±0,19	17,34±0,74	0,69±0,12
	III	0,68±0,13	6,84±0,42	1,96±0,27	16,39±0,53	0,53±0,15

* *– статистически достоверные различия между значениями параметров в контрольной и группах опыта по U-критерию Манна-Уитни при $p<0,05$*

Установлено кратковременное падение относительного количества эозинофильных клеток в крови цыплят на первые сутки в группах II и III (ниже на 40 % и 43 %), а также на седьмые сутки в III группе (меньше на 40 %), в дальнейшем динамика не зафиксирована. Эозинопенией характеризуется начальная стадия формирования инфекционной болезни, а последующее восстановление численности клеток соотносится с началом фазы выздоровления [13].

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Экспериментальное заражение в обеих опытных группах обусловило длительные изменения практически во всех показате-

сутки	Группа	Моноциты	Лимфоциты	Эозинофилы	Псевдоэозинофилы	Базофилы
1	I	2,0±0,31	36,6±1,36	7,4±0,75	51,6±1,88	2,0±0,44
	II	10,0±0,70*	12,2±1,01*	4,4±0,74*	68,4±0,81*	5,0±0,70*
	III	11,2±1,06*	12,0±0,70*	4,2±0,58*	71,4±2,48*	3,2±0,37
3	I	2,2±0,37	25,2±2,37	8,0±1,0	63,4±2,37	1,2±0,2
	II	11,4±0,74*	14,8±0,66*	5,6±0,81	64,8±1,56	3,4±0,50*
	III	10,4±0,92*	17,8±0,86*	7,6±0,50	61,4±1,07	2,8±0,48*
5	I	1,8±0,58	32,0±1,14	5,0±0,70	59,4±0,81	1,8±0,37
	II	4,4±0,6*	22,4±1,07*	5,2±0,58	65,8±1,24*	2,0±0,44
	III	6,2±1,77*	25,8±1,15*	5,0±0,44	61,0±2,58	2,0±0,63
7	I	1,8±0,58	31,4±0,92	7,6±0,50	59,0±1,09	1,0±0,0
	II	4,4±0,6*	19,4±1,20*	6,4±0,50	62,2±1,28	2,2±0,37*
	III	6,2±1,77*	18,4±0,74*	4,6±1,07*	65,6±2,48*	1,6±0,24
9	I	1,6±0,4	30,0±2,21	4,2±0,58	62,8±1,65	1,4±0,24
	II	6,8±1,15*	17,2±0,58*	4,4±0,50	68,8±1,01	2,8±0,66*
	III	14,0±0,94*	18,0±0,70*	3,4±0,50	60,2±1,31	4,4±0,50
11	I	2,6±0,4	29,0±1,14	5,2±0,66	61,4±0,74	1,8±0,48
	II	5,2±0,73*	25,2±1,74	5,8±0,58	61,0±2,25	3,0±0,31
	III	6,2±0,56*	23,8±1,46	6,4±0,50	59,4±2,65	2,4±0,50
13	I	1,6±0,4	28,4±2,58	7,0±0,70	61,8±3,33	1,2±0,2
	II	2,4±0,6	25,0±1,22	6,0±0,44	64,0±1,58	2,6±0,50*
	III	2,6±0,50	25,8±1,31	7,4±0,92	62,4±2,01	2,0±0,54

** – статистически достоверные различия между значениями параметров в контрольной и группах опыта по U-критерию Манна-Уитни при p<0,05*

лях лейкоцитарной формулы с возвращением к контрольным значениям к концу опыта. Однако в группе, зараженной культурой St. aureus установлены более выраженные изменения, проявившиеся статистически значимым лейкоцитозом, псевдоэозинофилией, моноцитозом, лимфопенией и базофилией. Полученные результаты в группе II, вероятно, отражают, способность этой бактерии в большей степени оказывать токсическое воздействие на организм птиц, в сравнении с влиянием St. cohnii.

THE IMPACT OF EXPERIMENTAL STAPHYLOCOCCOSIS ON DYNAMICS OF CHICKEN BLOOD LEUKOGRAM

Moiseeva A.A.[1] – Researcher (ORCID 0000-0003-2730-3012), **Skvortsov V.N.**[1] – supervisor (ORCID0000-0002-9629-0000), **Prisny A.A.**[1,2] – Dr. biol. n., ved. nauch. sot. (ORCID 0000-0001-5229-8337), Logvinova S.S.1 – ml. scientific. co-worker. (ORCID 0000-0001-7586-6667), **Gorbaneva A.S.**[1] – ml. scientific. co-worker. (ORCID 0000-0003-1128-0020).

[1] Belgorod Branch of the Federal Research Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences

[2] FGAOU HE "Belgorod State National Research University".

*annamoiseeva1202@yandex.ru

ABSTRACT

We have studied the impact of experimental staphylococcosis on the leukogram of Hisex Brown chickens. We divided the chicks into 3 groups, Group I assigned as control, Groups II and III – experimental. The chicks were challenged by intraperitoneal injection with Staphylococcus aureus (Group II) and Staphylococcus cohnii (Group III) at a concentration of 3 McFarland. The blood was drawn by cardiac puncture at days 1, 3, 5, 7, 9, 11 and 13 after the challenge. We studied the leukogram using stained blood smears. In the course of research we observed hematological parameters with lasting changes, which were more pronounced at days 1, 3, 5, 7 and 9 (in both experimental groups). We also observed an increase in the leukocyte count in the blood of chicks in Groups II and III, and a long-term pseudoeosinophilia along with monocytosis. We marked a decrease in the absolute lymphocyte count in both experimental groups, but the number returned to normal by the end of the experiment. The relative eosinophil count changed mostly in the blood of chicks in Group III, but the changes were insignificant. Basing on the data we have obtained during the experiment; we suggest that St. aureus exerts a toxic effect on the chicken organism in a greater degree than St. cohnii does.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1.Бессарабов, Б.Ф. Лабораторная диагностика клинического и иммунобиологического статуса у сельскохозяйственной птицы / Б.Ф. Бессарабов, С.А. Алексеева, Л.В. Клетикова // М: КолосС. –2008. – 151 с.

2. Прудников, В.С. Болезни домашних птиц / В.С. Прудников, Ю.Г. Зелютков // Витебск: ВГАВМ. –2022 – 148 с.

3. Шевченко, А.В. Инфекционные болезни с/х птицы в Краснодарском крае / А.В. Шевченко, О.Ю. Черных, И.В. Устинович, А.Г. Жукова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2. – 137-139с.

4. Бакулин, В.А. Болезни птиц / В.А. Бакулин // СПб: Изд. В.А. Бакулин, –2006. – 687 с.

5.Лыско, С.Б. Резистентность к энрофлоксацину и возможность ее преодоления / С.Б. Лыско, Л.М. Кашковская, М.И. Сафарова // Птицеводство. – 2016. – № 10. – 37-40 с.

6.Скворцов, В.Н. Биологические свойства Staphylococcus aureus, выделенного от больной артритом птицы / В.Н. Скворцов, А.А. Балбуцкая // Ветеринарный врач. – 2019. – № 1. – 28-33 с.

7.Кисленко, В.Н. Ветеринарная микробиология и иммунология / В.Н. Кисленко, Н.М. Колычев, Р.Г. Госманов //М: ГЭОТАР. –2012. –752 с.

8.Saif, Y.M. Diseases of poultry / Y.M. Saif. – 12-th edition. // Iowa: Blackwell Publishing, –2008. – 1506 p.

9.Schmitt, C.K. Bacterial Toxins: Friends or Foes? / C.K. Schmitt, K. C. Meysick, A.D. O'Brien // Emerging Infectious Diseases. – 1999. Vol.5 (2). – P. 224-234.

10. Истаманова, Т.С. Очерки функциональной гематологии / Т.С. Истаманова // Ленинград: Медгиз. –1963. – 231 с.

11.Foster, T.J. Immune evasion by staphylococci / T.J. Foster // Nature reviews microbiology. –2005. – Vol. – 3. – P. 948-958.

12.Hallen, L.A. Cell intrinsic function of neutrophils and their manipulation by pathogens / L.A. Hallen, A.K. Criss // Current Opinion in Immunology. – 2019. – Vol. 60. – P. 124-129.
13.Никитин, В.Н. Гематологический атлас сельскохозяйственных и лабораторных животных / В.Н. Никитин // М.: Сельхозгиз. –1956. – 191 с.
14. Васильев, Ю.Г. Ветеринарная клиническая гематология / Ю.Г. Васильев, Е.И. Трошкин, А.И. Любимов. //–2015. – 656 с.

REFERENCES

1. Bessarabov B.F., Alekseeva S.A., Kletikova L.V. Laboratornaya diagnostika klinicheskogo i immunobiologicheskogo statusa u sel`skoxozyajstvennoj pticy. [M: КолосС]. 2008; 151 s. (In Russ.)
2. Prudnikov V.S., Zelyutkov Yu.G, Bolezni domashnix pticz. [Витебск: ВГАВМ]. 2022; 148 s. (In Russ.)
3. Shevchenko A.V., Cherny`x O.Yu., Ustinovich I.V., Zhukova A.G. Infekcionny`e bolezni s/x pticy v Krasnodarskom krae. [Труды Кубанского государственного аграрного университета]. 2014; № 2: 137-139 s. (In Russ.)
4. Bakulin V.A., Kashkovskaya L.M., Safarova M.I. Болезни птиц. [СПб: Изд. В.А. Бакулин]. 2006; 687 s. (In Russ.)
5. Ly`sko S.B. Rezistentnost` k e`nrofloksacinu i vozmozhnost` ee preodoleniya. [Птицеводство]. 2016; № 10: 37 -40 s. (In Russ.)
6. Skvorczov, V.N., Balbuczkaya A.A. Biologicheskie svojstva Staphylococcus aureus, vy`delennogo ot bol`noj artritom pticy [Ветеринарный врач]. 2019; № 1: 28-33 s. (In Russ.)
7. Kislenko V.N., Koly`chev N.M., Gosmanov R.G. Veterinarnaya mikrobiologiya i immunologiya. [M: ГЭОТАР]. 2012; 752 s. (In Russ.)
8. Saif Y.M. – 12-th edition. Diseases of poultry. [Iowa: Blackwell Publishing], 2008; 1506 p.
9. Schmitt C.K., Meysick K. C., O'Brien Bacterial A.D., Schmitt C.K. Toxins: Friends or Foes? [Emerging Infectious Diseases]. 1999;Vol. 5(2): 224-234 p.
10. Istamanova T.S. Ocherki funkcional`noj. [Ленинград: Медгиз]. 1963; 231 s. (In Russ.)
11. Foster T.J. Immune evasion by staphylococci. [Nature reviews microbiology]. 2005; Vol. 3: 948-958 p.
12. Hallen L.A., Criss. A.K. Cell intrinsic function of neutrophils and their manipulation by pathogens [Current Opinion in Immunology]. 2019; Vol. 60; 124-129 p.
13. Nikitin V.N. Gematologicheskij atlas sel`skoxozyajstvenny`x i laboratorny`x zhivotny`x . [M.: Сельхозгиз]. 1956; 191 s. (In Russ.)
14. Vasil`ev Yu.G., Troshkin E.I., Lyubimov A.I. Veterinarnaya klinicheskaya gematologiya. [СПб: Лань]. 2015; 656 s. (In Russ.)

УДК: 619:578.7: 616.91: 911.9
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.58

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКА ЗАНОСА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЧУМЫ МЕЛКИХ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ, ОСПЫ ОВЕЦ И ОСПЫ КОЗ ЧЕРЕЗ ТЕРРИТОРИЮ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ В РОССИЙСКУЮ ФЕДЕРАЦИЮ

Падило Л.П. – канд. биол. н., доцент кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза», **Агольцов В.А.** – д–р ветеринар. н., ст. науч. сотр., проф. кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза», **Семиволос А.М. –** д-р вет. н., проф., проф. кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза», **Семиволос С.А.** – канд. вет. н., доц. кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза».

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова»

*padilo-2019@mail.ru

Ключевые слова: *оценка рисков, чума мелких жвачных животных, оспа овец, коз.*
Key words: *Risk assessment, PPR, sheep and goat pox.*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Оспа овец и оспа коз (ООиК), а также чума мелких жвачных животных (ЧМЖ) представляют собой инфекционные болезни вирусной природы, которые поражают преимущественно представителей мелкого рогатого скота. Среди домашних животных это овцы и козы, а среди дикой фауны- сайгаки, горные козлы, антилопы и так далее. Данные болезни отнесены к эмерджентным инфекциям, поскольку им свойственен трансграничный путь заноса и распространения, а также нанесение колоссального экономического ущерба в области мелкого скотоводства ввиду почти 100% смертности и высокой летальности. Исследования показали, что существует высокий риск заноса возбудителей эмерджентных инфекционных болезней (ООиК и ЧМЖ) с территории Западно-Казахстанской области (через Казталовский район) в Александрово - Гайский район Саратовской области. Риск оценивается как высокий, в связи с тем, что на территории Казталовского района сосредоточено наибольшее количество поголовья восприимчивого мелкого рогатого скота, что составляет 287640 голов. Плотность поголовья МРС в данном районе составила 15,5 гол/км^2. Наибольшая численность поголовья КРС также наблюдается на территории Казталовского района (что составляет 117893 головы, что имеет определённое значение при совместном содержании МРС и КРС как потенциальный источник-вирусоноситель возбудителей рассматриваемых инфекций. Балльная оценка риска с учетом критерия наличия международных путей сообщения, показала 2 балла из 5. Но, учитывая тот факт, что межгосударственная граница не обозначена и отсутствует контрольно- следовая полоса, это влечёт за собой свободное перемещение как диких, так и сельскохозяйственных животных, кроме того возрастает риск бесконтрольного перегона и перевозки животных и животноводческой продукции посредством антропогенного фактора. С учётом данных фактов, риск можно оценить в 5 баллов из 5.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Оспа овец и коз (ООиК) – это высоконтагиозные трансграничные вирусные болезни овец и коз. Возбудитель болезни – ДНК-содержащий вирус, рода *Capripoxvirus* семейства *Poxviridae*.

Чума мелких жвачных животных (ЧМЖ), согласно международной классификации, входит в список особо опасных карантинных инфекционных болезней. Возбудитель ЧМЖ – РНК-содержащий вирус семейства парамиксовирусов (*Paramyxoviridae*), рода морбиливирус (*Morbillivirus*). Возбудитель имеет слегка овальную или шарообразную формы, размеры от 150 – 170 до 200 – 400 нм [6, 8, 9,12].

Оспа и чума мелких жвачных животных являются эмерджентными высоко контагиозными инфекционными болезнями вирусной этиологии. Оспа овец и оспа коз — это высоконтагиозные трансграничные болезни овец и коз, вызываемые вирусами, относящихся к роду Capripoxvirus семейства Poxviridae. Эти инфекции коз подлежат обязательной нотификации в МЭБ. Заболевания наносят овцеводству и козоводству колоссальный экономический ущерб, обусловленный гибелью и вынужденным убоем больных животных, снижением продуктивности, затратами на проведение ветеринарно-санитарных, охранных и карантинных мероприятий. Необходимо отметить и социальное значение, так как часто заболевшие животные являются единственным средством существования для владельцев. Авторами был проведен ретроспективный анализ эпизоотической ситуации по оспе овец и оспе коз в Российской Федерации и Монголии. Оценку эпизоотологических характеристик проводили с использованием баз данных МЭБ. Оспа овец и оспа коз в Российской Федерации проявляются в виде спорадических случаев и в основном в субъектах Дальневосточного и Сибирского федеральных округов, приграничных с Китаем и Монголией [5, 10, 11].

Чума мелких жвачных животных (ЧМЖ) является высоко контагиозным, трансграничным заболеванием. Возбудитель ЧМЖ может инфицировать до 100 % восприимчивых животных. Патология протекает чаще всего в сверхострой, острой, а также подострой формах, при этом от 30 до 70% больных погибают. Эта инфекционная патология никогда не регистрировалась в нашей стране, однако она наносит катастрофические экономические потери во многих странах, занимающихся разведением овец и коз. Смертность от этой болезни в очагах первичного возникновения может достигать 100%. Российская Федерация обладает наиболее протяженными сухопутными границами, поэтому существует повышенный риск заноса возбудителя ЧМЖ с территорий сопредельных государств [4, 13]. К числу актуальных направлений ветеринарной науки относятся исследования по оценке риска возникновения и распространения экзотических и особо опасных инфекционных болезней животных. Эпизоотии таких особо опасных болезней как оспа овец и коз (ООиК) и чума мелких жвачных (ЧМЖ) приводят к катастрофическим экономическим потерям в области животноводства.

В связи с этим, цель данной работы: Анализ эпизоотической ситуации и оценка рисков заноса возбудителей ЧМЖ и ООиК через Западно-Казахстанскую область в Российскую Федерацию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Материалами для исследования данные по поголовью сельскохозяйственных животных в базе ИСЖ и данным статистики на 1 января 2023 года по Западно-Казахстанской области республики Казахстан.

Картографический анализ данных проводили с помощью ГИС инструментов в составе ArcGIS desktop 10.8, а также сервиса NextGIS [2].

Риск оценивали с помощью балльной системы. Балльная оценка рисков заноса возбудителя ЧМЖ и ООиК оценивалась с учётом пунктов пропуска через государственную границу РФ в Саратовской области. Она представлена в таблице 1[1].

Таблица 1

Балльная оценка рисков заноса возбудителей трансграничных инфекционных болезней через пункты пропуска государственной границы РФ [1].

Пункты пропуска через государственную границу РФ	Балльная оценка
Международный воздушный пункт	0 баллов – перемещение товаров и грузов; 1балл – перемещение товаров и грузов;
Международный автомобильный пункт	0 баллов – перемещение товаров и грузов; 1 балл – перемещение товаров и грузов;
Международный железнодорожный пункт	0 баллов – отсутствует; 1балл – перемещение товаров и грузов;
Международный морской пункт	0 баллов – отсутствует 1балл – перемещение товаров и грузов;
Международный речной пункт	0 баллов – перемещение товаров и грузов. 1балл – перемещение товаров и грузов

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В процессе проведения исследований нами были проанализированы численность поголовья мелкого рогатого скота, сконцентрированного на территории Западно-Казахстанской области (Рисунок1). Ввиду того, что существуют случаи совместного содержания мелкого и крупного рогатого скота, нами был проведен анализ численности поголовья крупного рогатого скота, так как данный вид животных может выступать в роли вирусоносителя возбудителей изучаемых инфекционных болезней. Кроме того, была проанализирована структура популяции восприимчивых животных к рассматриваемым в данной работе эмерджентным инфекционным болезням. А именно процентное соотношение домашних и диких животных, сконцентрированных на территории региона.

Из рисунка 1 следует, что наибольшая численность поголовья мелкого рогатого скота сосредоточена в Казталовском и Акжаикском районах Западно-Казахстанской области республики Казахстан. Что составляет 287640 гол. и 235443 гол. соответственно.

В настоящее время существуют животноводческие хозяйства с совместным содержанием крупного и мелкого рогатого скота. Несмотря на то, что крупный рогатый скот не болеет ЧМЖ и ООиК, но этот вид животных может выступать в качестве вирусоносителя возбудителей данных инфекций.

В связи с этим, важным критерием оценки риска возникновения и распространения ЧМЖ и ООиК является оценка численности крупного рогатого скота, содержащегося на территории Западно-Казахстанской области республики Казахстан (Рисунок 2).

Как видно из рисунка 2, наибольшая численность КРС содержится на территории Казталовского района, что составляет 117893 головы, в Акжаикском районе, что составляет 117123 головы и Бокейординском районе, что составляет 93100 голов.

Помимо домашних и сельскохозяйственных животных восприимчивы также и дикие представители мелких жвачных животных, например такие как сайгаки, косули и другие (Рисунок 3).

Из рисунка 3 следует, что численность поголовья домашних коз и овец превосходит численность популяции сайгаков только на 6%. Значительная численность популяции сайгаков обусловлена благоприятными природно-климатическими условиями для обитания данного вида животных.

Распределение плотности поголовья восприимчивых животных представлено на рисунке 4 [3-4].

Как видно из рисунка 4, наибольшая плотность поголовья МРС сконцентрирована на территории Казталовского района Западно-Казахстанской области, что составляет 15.5 голов/км2. Казталовский

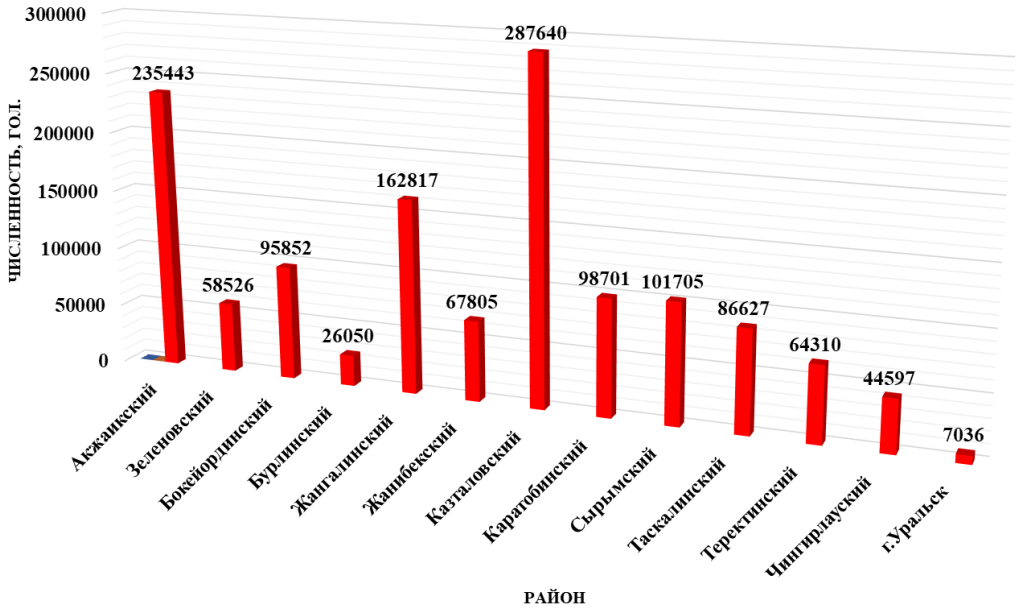


Рис. 1 – Численность поголовья МРС в Западно-Казахстанской области республики Казахстан, гол. (по состоянию на 1 января 2023 г.)

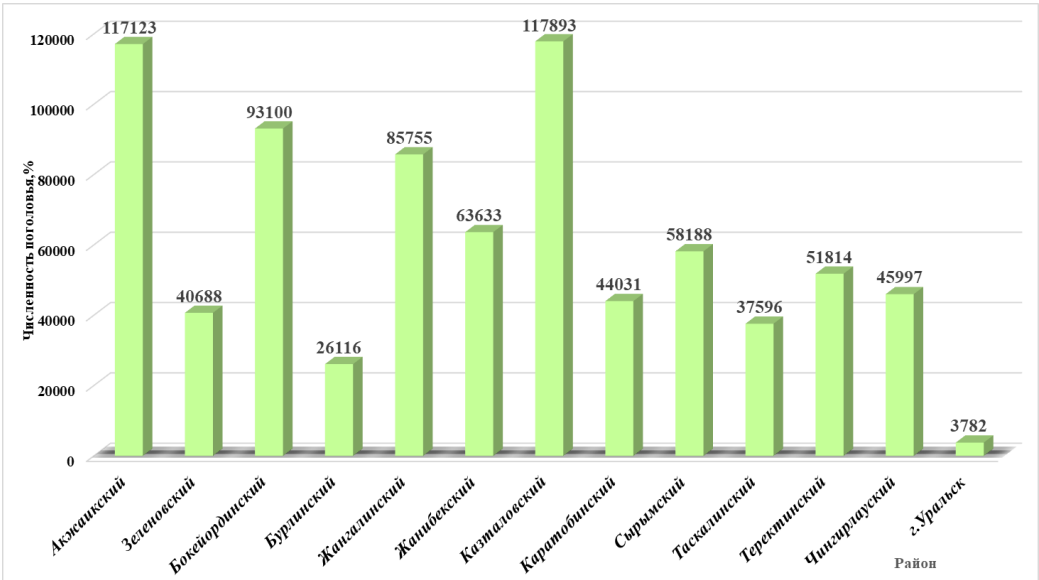


Рис. 2 – Численность поголовья КРС в Западно-Казахстанской области республики Казахстан, гол. (по состоянию на 1 января 2023 г.)

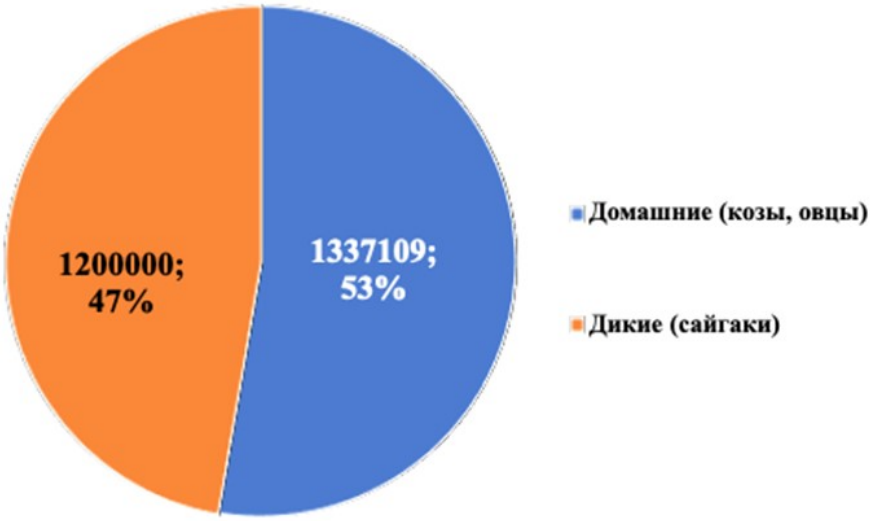


Рис. 3 – Численность МРС в Западно-Казахстанской области, гол. (по состоянию на 1 января 2023г.)

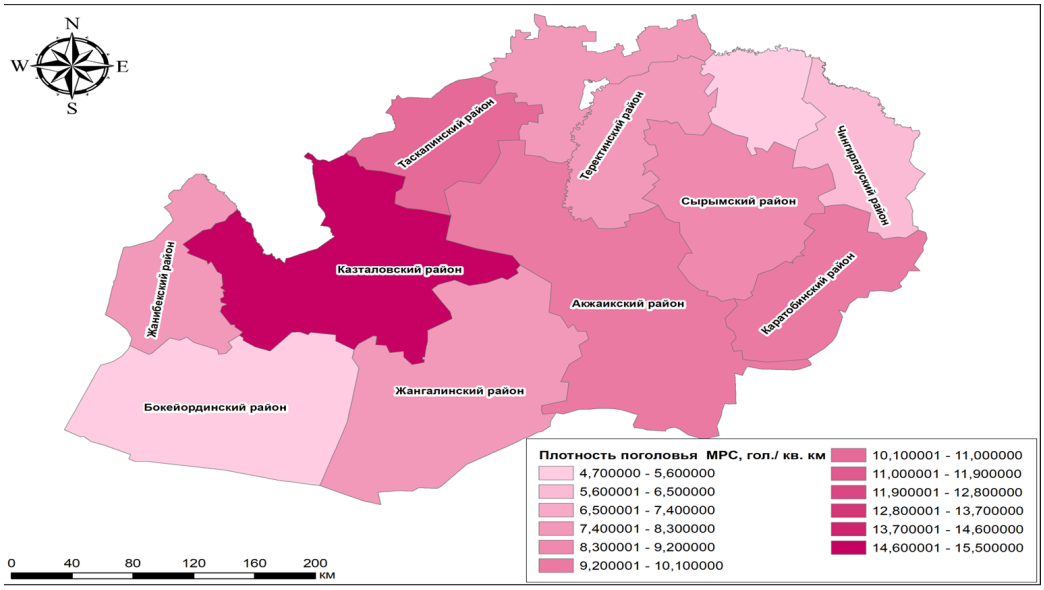


Рис. 4 – Плотность поголовья мелкого рогатого скота на территории Западно-Казахстанской области по состоянию на 1 января 2023 года.

район Западно-Казахстанской области имеет сопредельную границу с Александрово - Гайским районом Саратовской области. Так как восприимчивые животные являются третьим звеном эпизоотической цепи, существует высокий риск заноса возбудителя эмерджентных инфекций трансграничным путём на территорию России. Таким образом, чем выше плотность поголовья восприимчивых животных, тем выше риск заноса и распространения возбудителей инфекционных

болезней на изучаемой территории.

Помимо вышеперечисленных путей заноса существует очень важный и основной – отсутствие границы между Саратовской и Западно-Казахстанской областями. Межгосударственная граница никаким образом не обозначена, отсутствует контрольно- следовая полоса, что влечёт за собой свободное перемещение как диких, так и сельскохозяйственных животных.

Кроме того, возрастает риск бесконтрольного перегона и перевозки животных и животноводческой продукции.

Таким образом, можно сделать вывод, что степень риска по данному критерию оценивается как очень высокая.

Таблица 2

Балльная оценка рисков заноса возбудителя ЧМЖ и ООиК через пункты пропуска государственной границы РФ в Саратовской области

Пункты пропуска через государственную границу РФ	Балльная оценка
Международный автомобильный пункт	1 балл – перемещение товаров и грузов;
Международный железнодорожный пункт	1 балл – перемещение товаров и грузов.

Таким образом, ***2 балла из 5.***

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Оспа овец и оспа коз (ООиОК), а также чума мелких жвачных животных (ЧМЖ) представляют собой инфекционные болезни вирусной этиологии, которые поражают преимущественно представителей мелкого рогатого скота. Среди домашних животных это овцы и козы, а среди дикой фауны- сайгаки, горные козлы, антилопы и так далее. Возбудители ООиК является ДНК-содержащим вирусом, а ЧМЖ РНК-содержащим вирусом.

Проведённые нами исследования показали, что существует высокий риск заноса возбудителей эмерджентных инфекционных болезней (ООиК и ЧМЖ) с территории Западно-Казахстанской области (через Казталовский район) в Александрово - Гайский район Саратовской области. Риск оценивается как высокий, в связи с тем, что на территории Казталовского района сосредоточено наибольшее количество поголовья восприимчивого мелкого рогатого скота, что составляет 287640 голов. Плотность поголовья МРС в данном районе составила 15,5 гол/км^2. Наибольшая численность поголовья КРС также наблюдается на территории Казталовского района (что составляет 117893 головы, что имеет определённое значение при совместном содержании МРС и КРС как потенциальный источник-вирусоноситель возбудителей рассматриваемых инфекций. При балльной оценке учитывались пути международные пути сообщения (наличие международных пунктов: воздушного и автомобильного. Данный риск по балльной шкале оценивался в 2 балла из 5 из-за отсутствия других международных пунктов. Но, учитывая тот факт, что межгосударственная граница не обозначена, отсутствует контрольно- следовая полоса, что влечёт за собой свободное перемещение как диких, так и сельскохозяйственных животных. Также, возрастает риск бесконтрольного перегона и перевозки животных и животноводческой продукции посредством антропогенного фактора. Таким образом, с учётом критериев, описанных выше, риск можно оценить в 5 баллов из 5.

ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT OF THE INTRODUCTION OF PPR, SHEEP POX, AND GOAT POX PATHOGENS INTO THE RUSSIAN FEDERATION THROUGH THE TERRITORY OF THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Padilo L.P. – PhD of Biological Scienc-

es, Associate Professor of the Department of Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise, **Agoltsov V.A.** – Doctor of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Professor of the Department of Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise, **Semivolos A.M.** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Professor of the Department "Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise", **Semivolos S. A.** – PhD of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise.

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

*padilo-2019@mail.ru

ABSTRACT

Sheep pox and goat pox (GFP) and peste des petits ruminants (PPR) are infectious diseases of viral nature that mainly affect small ruminants. In domestic animals these are sheep and goats and in wildlife saigas, ibex, antelope and so on. These diseases are considered to be emergent infections, since they are characterized by a transboundary route of entry and spread, as well as causing enormous economic damage in small livestock due to almost 100% mortality and high lethality. Studies have shown that there is a high risk of introduction of emergent infectious diseases pathogens from the territory of West Kazakhstan region (through Kaztalovsky district) to Alexandrovo-Gaysky district of Saratov region. The risk is assessed as high, due to the fact that the largest number of susceptible small ruminants is concentrated on the territory of Kaztalovsky district, which amounts to 287640 heads. Small ruminants' population density in this district was 15.5 heads/km2. The highest number of cattle is also observed on the territory of Kaztalovsky district (which is 117893 heads, which is of certain importance when keeping cattle and cattle together as a potential source-virus carrier of pathogens of the considered infections. Risk scoring, taking into account the criterion of availability of international routes of communication, showed 2 points out of 5. But, taking into account the fact that the interstate border is not marked and there is no control line, it entails the free movement of both wild and farm animals, in addition, the risk of uncontrolled movement and transportation of animals and livestock products through anthropogenic factor increases. Taking into account these facts, the risk can be assessed as 5 points out of 5.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов, И.А. Методика оценки риска завоза и распространения инфекционного заболевания на территории субъектов Российской Федерации на примере кори в 2018 году / И.А. Абрамов, О.П. Чернявская, А.А. Абрамов // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 108-117.

2. Падило, Л. П. Анализ мировой эпизоотической ситуации и оценка рисков по чуме мелких жвачных животных: дисс. ... канд. биол. наук: 4.2.3 /Падило Лариса Павловна. – Саратов, 2021. – 117с.

3. Падило, Л.П. Мировая эпизоотическая ситуация по чуме мелких жвачных / Л.П. Падило, О. П. Бирюкова, В.А. Агольцов // Научная жизнь. – 2020. – Т. 15. – № 7. – С. 1007-1017. DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-7-1007-1017.

4. Падило, Л.П. Совершенствование работы Российских региональных ветеринарных служб по недопущению возникновения и распространения чумы мелких жвачных животных с применением ГИС-технологий / Л.П. Падило, В.А. Агольцов, Р. В. Абрамов // Научная жизнь. –2021. – Т. 16, Вып. 5. – С. 628-637.

5. Парилов С.В. Анализ и прогноз мировой эпизоотической ситуации по оспе овец и коз и чумы мелких жвачных животных в 2011-2015 гг./ Парилов С.В., Книзе А.В., Балышев В.М.// Научный журнал КубГАУ. –2011, No 69(05).

6. Al-Majalia, A.M. Seroprevalence of and risk factors for peste des petits ruminants in sheep and goats in Northern Jordan. / A.M. Al-Majalia, N.O. Hussainb, N.M. Amarinc [et al.] // Preventive Veterinary Medicine. – 2008. – V. 85. – I. 1-2. – P. 1-8.

7. Baron, M. Peste des petits ruminants virus / M. Baron, A. Diallo, R. Lancelot // Adv. Virus. Res. – 2016. – I. 95, P. 1-42.

8. Bouchemla, F. Assessment of the peste des petits ruminant's world epizootic situation and estimate its spreading to Russia / F. Bouchemla, V.A. Agoltsov, O.M. Popova [et al.] // Veterinary World. – V. 11. – 2018. – P. 612-619.
9. Cao, Zh. Accepted Manuscript Risk factors and distribution for peste des petits ruminants (PPR) in Mainland China / Zh. Cao, Ya. Jin, T. Shen [et al.] // Small Ruminant Research. – 2018. – V. 162. – P. 12-16.
10. Kamel, M. Toward peste des petits virus (PPRV) eradication: Diagnostic approaches, novel vaccines, and control strategies / M. Kamel, A. El-Sayed // Virus Res. – 2019. – V. 274. – P. 197774.
11. Parida, M. Peste des petits ruminants / M. Parida, M. Muniraju, M. Mahapatra [et al.] // Veterinary Microbiology. – 2015. – V. 181. – P. 90-106.
12. Wiatek, O.K Peste des Petits Ruminants (PPR) Outbreak in Tajikistan / O.K. Wiatek, C. Minet [et al.] // Journal of Comparative Pathology. – 2007. – V. 136, I. 2-3. – P. 111-119.
13. Wu, X. Peste des Petits Ruminants Viruses Re-emerging in China, 2013-2014 / X. Wu, L. Li, J. Li [et al.] // Transboundary and emerging diseases. – 2016. – V. 63, I. 5. – P. 441- 446.

REFERENCES

1. Abramov, I.A. Methodology for assessing the risk of importation and spread of an infectious disease on the territory of the constituent entities of the Russian Federation on the example of measles in 2018 / I.A. Abramov, O.P. Chernyavskaya, A.A. Abramov // Health risk analysis. - 2020. - No. 1. - P. 108-117.
2. Padilo, L.P. Analysis of the global epizootic situation and risk assessment for plague of small ruminants: diss. ... cand. biol. Sciences: 4.2.3 / Padilo Larisa Pavlovna. - Saratov, 2021. - 117c.
3. Padilo, L.P. World epizootic situation on plague of small ruminants / L.P. Padilo, O.P. Biryukova, V.A. Agoltsov // Scientific life. - 2020. - T. 15. - No. 7. - S. 1007-1017. DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-7-1007-1017.
4. Padilo, L.P. Improving the work of the Russian regional veterinary services to prevent the occurrence and spread of plague of small ruminants using GIS technologies / L.P. Padilo, V.A. Agoltsov, R. V. Abramov // Scientific life. -2021. - T. 16, Issue. 5. - S. 628-637.
5.Parilov S.V. Analysis and forecast of the world epizootic situation on sheep pox and goat pox and plague of small ruminants in 2011-2015 / Parilov S.V., Knize A.V., Balyshev V.M.// Scientific journal of KubSAU. –2011, No. 69(05).
6.Al-Majalia, A.M. Seroprevalence of and risk factors for peste des petits ruminants in sheep and goats in Northern Jordan. / A.M. Al-Majalia, N.O. Hussainb, N.M. Amarinc [et al.] // Preventive Veterinary Medicine. – 2008. – V. 85. – I. 1-2. – P. 1-8.
7. Baron, M. Peste des petits ruminants virus / M. Baron, A. Diallo, R. Lancelot // Adv. Virus. Res. – 2016. – I. 95, P. 1-42.
8. Bouchemla, F. Assessment of the peste des petits ruminant's world epizootic situation and estimate its spreading to Russia / F. Bouchemla, V.A. Agoltsov, O.M. Popova [et al.] // Veterinary World. – V. 11. – 2018. – P. 612-619.
9. Cao, Zh. Accepted Manuscript Risk factors and distribution for peste des petits ruminants (PPR) in Mainland China / Zh. Cao, Ya. Jin, T. Shen [et al.] // Small Ruminant Research. – 2018. – V. 162. – P. 12-16.
10. Kamel, M. Toward peste des petits virus (PPRV) eradication: Diagnostic approaches, novel vaccines, and control strategies / M. Kamel, A. El-Sayed // Virus Res. – 2019. – V. 274. – P. 197774.
11. Parida, M. Peste des petits ruminants / M. Parida, M. Muniraju, M. Mahapatra [et al.] // Veterinary Microbiology. – 2015. – V. 181. – P. 90-106.
12. Wiatek, O.K Peste des Petits Ruminants (PPR) Outbreak in Tajikistan / O.K. Wiatek, C. Minet [et al.] // Journal of Comparative Pathology. – 2007. – V. 136, I. 2-3. – P. 111-119.
13. Wu, X. Peste des Petits Ruminants Viruses Re-emerging in China, 2013-2014 / X. Wu, L. Li, J. Li [et al.] // Transboundary and emerging diseases. – 2016. – V. 63, I. 5. – P. 441- 446.

ИНВАЗИОННЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК: 004.3:616.99-036.22:591.531.22/.29
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.66

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ПАРАЗИТАРНЫХ ИНВАЗИЙ ПЛОТОЯДНЫХ, ИМЕЮЩИХ ЗООНОЗНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Храмченкова М.В.* – асп. кафедры паразитологии им. В.Л. Якимова (ORCID: 0000-0001-8372-7763)
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»
*rita72278@gmail.ru

Ключевые слова: *геоинформационная система, ГИС, зоонозы, плотоядные, токсокароз, эпизоотологический мониторинг.*
Keywords: *geoinformation system, GIS, zoonoses, carnivores, toxocarosis, epizootological monitoring.*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ
В последнее время геоинформационные системы (ГИС) достигли высокого уровня коммерциализации, широкого распространения по всему миру и внедряются в различные области науки, в том числе медицину и ветеринарию с целью визуализации геопространственной информации для улучшения качества эпизоотологического и эпидемиологического мониторинга. Геоинформационная система – это система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственных данных. Нами в период с марта 2020 по январь 2023 гг. проведена работа по изучению частоты встречаемости токсокароза собак и кошек в городе Санкт-Петербурге и Ленинградской области. На основании полученных результатов изучения гельминтофауны плотоядных, а также данных ветеринарной отчетности, предоставленных Управлением ветеринарии города с помощью программы «Quantum GIS» (QGIS) были визуализированы данные распространения зоонозной инвазии плотоядных и установлено, что у собак токсокароз чаще регистрируется в Московском (14,3%), Фрунзенском (10,2%), Невском (13,05%) Красносельском (6,7%) районах Санкт-Петербурга и Всеволожском (12,05%) районе Ленинградской области, а у кошек – в Калининском районе (15%), Невском (12,5%), Московском (8,33%), Красносельском (7,32%) и Адмиралтейском (7,03%) районах Санкт-Петербурга. Так, с помощью ГИС возможно не только систематизировать полученные в ходе исследований пространственные данные, что упрощает управление и работу с ними, но и визуализировать полученные данные в виде цифровых карт, что в свою очередь дает возможность быстро и наглядно оценить эпизоотическую ситуацию по конкретной болезни и как следствие улучшить меры борьбы и (или) профилактики с инвазией.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Начало развития геоинформационных систем относят к 1960 г., после появления в 1940 г. компьютеров и начала цифровизации. Однако только в последние 15-20 лет ГИС достигли высокого уровня коммерциализации и широкого распространения по всему миру.

Геоинформационная система – это система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственных данных [1].

К основным функциям ГИС относят, во-первых, визуализацию данных – с их помощью можно создать иллюстрированные цифровые карты. Во-вторых, ГИС позволяют организовать информацию и упрощают управление ею. В-третьих, на основании готовых данных геоинформационные системы помогают моделировать и прогнозировать новые данные [2, 3].

В данный момент ГИС активно внедряются в область здравоохранения, медицины и ветеринарии. Так, ряд авторов сообщают, что ГИС помогают выявлять очаги той или иной болезни, особенности ее распространения на местности, позволяют управлять бригадами скорой помощи, что ускоряет их прибытие на место происшествия. В случае ЧП или катастрофы ГИС упрощают ориентацию людей на местности для поиска ближайшего лечебного учреждения [4].

В ветеринарии ГИС часто применяют с целью эпизоотологического мониторинга особо опасных болезней. Например, созданы цифровые модели эпизоотических процессов бешенства и сибирской язвы, официально зарегистрированных на территории РФ [5], база данных для картографирования эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота и африканской чуме свиней (АЧС) на территории Ленинградской области РФ [6], изучена география туляремии с целью установления связи распространения инфекции с факторами окружающей среды [7], проведена оценка риска заноса и распространения чумы мелких жвачных животных на территорию России с помощью цифрового картографирования [8].

В области ветеринарной паразитологии разработаны картографические модели зон распространения эхинококкоза крупного рогатого скота в Ульяновской области, а также осуществлен прогноз дальнейшей ситуации и выполнено картографирование Ульяновской области по основным инвазиям свиньи домашней [9, 10].

По мнению ряда авторов, использование ГИС дает возможность более полно изучать закономерности эпизоотического процесса и географию болезней животных и человека, и на основе этого совершенствовать методологию эпизоотологического анализа как в глубокой длительной ретроспективе, так и в небольших временных интервалах. Базы данных ГИС позволяют на основании итоговых отчетов ветеринарных, медицинских научных организаций и надзорных органов проводить текущий и ретроспективный мониторинг эпизоотической и эпидемиологической ситуации [11, 12, 13].

Цель настоящей работы – визуализировать данные распространения токсокароза собак и кошек с помощью свободной кроссплатформенной геоинформационной системы QGIS.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Работа по изучению частоты встречаемости токсокароза собак и кошек в Санкт -Петербурге и Ленинградской области выполнялась в период с марта 2020 по январь 2023 гг. на кафедре паразитологии им. В.Л. Якимова в лаборатории по изучению паразитарных болезней ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» (ФГБОУ ВО СПбГУВМ).

С целью обнаружения яиц гельминтов применяли флотационные методы Дарлинга и Дарлинга с усовершенствованной флотационной жидкостью [14].

Идентификация возбудителей выполнена с помощью микроскопа «Миктрон-200М» (ООО «ПЕТРОЛАЗЕР») с визуализацией при увеличении (ок. 10х, об. 10,

20 и 40) и использованием атласа дифференциальной диагностики гельминтозов по морфологической структуре яиц и личинок возбудителей Черепанова А.А. и др., (1999) [15].

Экстенсивность инвазии (ЭИ) определяли по формуле:

$$ЭИ = Np/n \times 100\ \%$$

где Np – число инвазированных животных;

n – число обследованных животных.

Эпизоотологический анализ распространения токсокароза собак и кошек в различных районах г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области выполнялся на основании полученных результатов изучения гельминтофауны плотоядных, а также данных ветеринарной отчетности, предоставленных Управлением ветеринарии г. Санкт-Петербурга, с помощью геоинформационных технологий, в частности с использованием программы «QGis» (версия 3.30.1) с открытым кодом для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственной информации.

Формирование базы данных по токсокарозу плотоядных выполнялось с помощью программы «Microsoft Excel», 2016.

Визуализация полученных результатов осуществлялась в форме картографического проекта с помощью функции «QGis» по созданию макетов карты.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

На основании собственных исследований распространения токсокароза плотоядных совместно с данными, предоставленными Управлением ветеринарии Санкт-Петербурга за последние три года (в период с 2020 по 2023 гг.) в программе Microsoft Excel (2016) были сформированы полученные результаты по количеству обследований, количеству случаев и ЭИ в виде таблиц, которые с помощью геоинформационной программы «QGis» (версия 3.30.1) визуализированы в форме картографического проекта (рисунки 1 и 2).

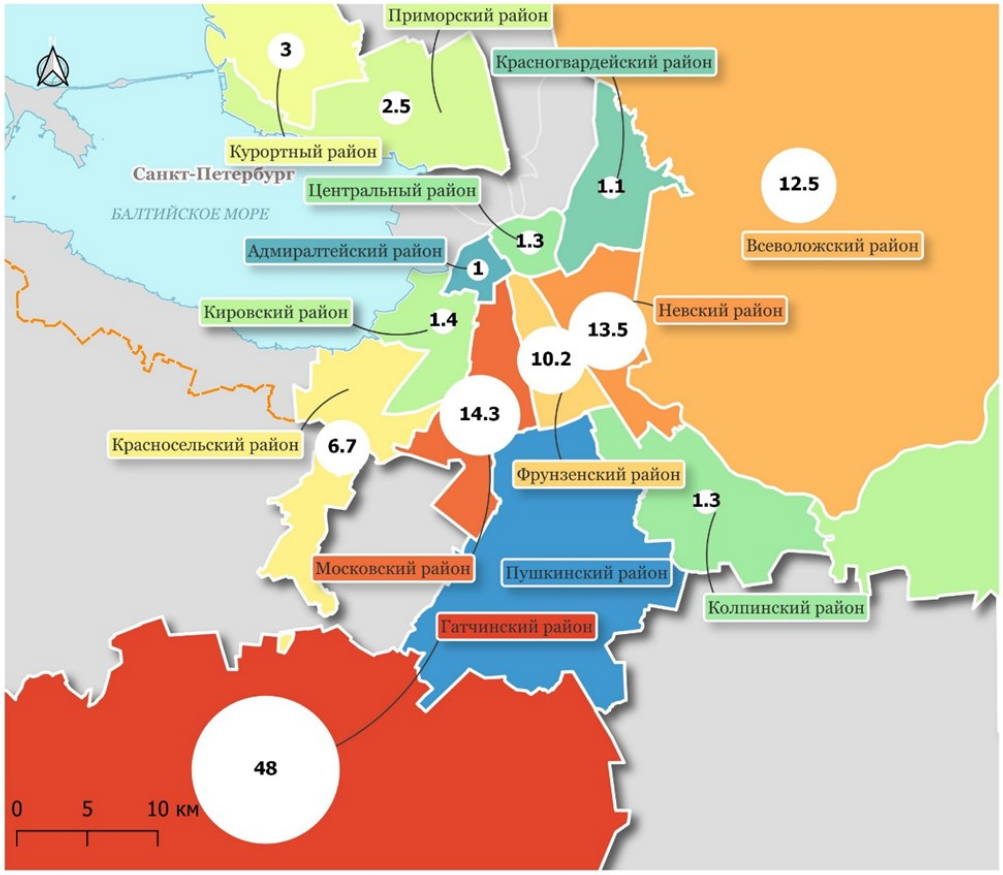
Так, цифровые карты позволяют наглядно продемонстрировать эпизоотическую ситуацию по токсокарозу плотоядных, а именно – районы с наибольшей ЭИ. В данном случае районы с различной частотой встречаемости токсокароза были разделены нами по цветовым категориям. Районы, в которых процент наиболее высокий – отмечены красным цветом, а с наименьшим процентом – синим. Кроме того, процент ЭИ в каждом районе указан в круге, изменяющим свой масштаб автоматически в зависимости от величины процента.

Анализируя карту распространения токсокароза собак (рисунок 1), видно, что наибольшие показатели ЭИ располагаются в близлежащих районах таких как: Московский (14,3%), Фрунзенский (10,2%), Невский (13,05%), Красносельский (6,7%) районы Санкт-Петербурга и Всеволожский (12,05%) район Ленинградской области. Однако чаще всего токсокароз регистрируется у собак в Гатчинском районе Ленинградской области, где ЭИ равняется 48%, что может быть связано с наличием там крупного центра помощи бездомным животным, преимущественно собакам. На карте эти районы отмечены в красно-оранжевых оттенках.

Наименьшая ЭИ зарегистрирована в следующих районах: Курортный район (3%), Приморский (2,5%), Кировский (1,4%), Центральный район (1,3%), Колпинский (1,3%), Красногвардейский (1,1%), Адмиралтейский (1%). На карте районы обозначаются в желто-зеленых оттенках.

В Пушкинском районе города Санкт-Петербурга из 113 обследований собак, токсокароза не было обнаружено (ЭИ составляет 0%), на карте этот район выделен темно-синим цветом.

Распространение токсокароза кошек представлено на рисунке 2. Исходя из карты видно, что чаще всего инвазия регистрируется у кошек в Калининском районе, где процент встречаемости составил 15%. Затем по мере снижения экстенсивности инвазии располагаются следующие районы: Невский (12,5%), Московский (8,33%), Красносельский (7,32%), Адмиралтейский (7,03%).



Район	Кол-во обследований	Кол-во случаев
Калининский район	0	0
Красносельский район	45	3
Адмиралтейский район	204	2
Красногвардейский район	1787	19
Невский район	37	5
Фрунзенский район	59	6
Московский район	28	4
Василеостровский район	0	0
Выборгский район	0	0
Кировский район	70	1
Колпинский район	155	2
Кронштадтский район	0	0
Курортный район	270	8
Петроградский район	0	0
Петродворцовый район	0	0
Приморский район	988	25
Пушкинский район	113	0
Центральный район	1028	13
Всеволожский район	40	5
Гатчинский район	50	24

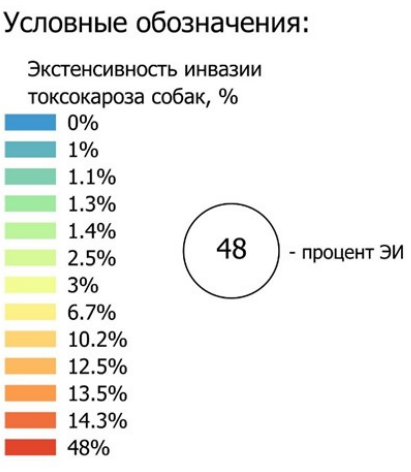
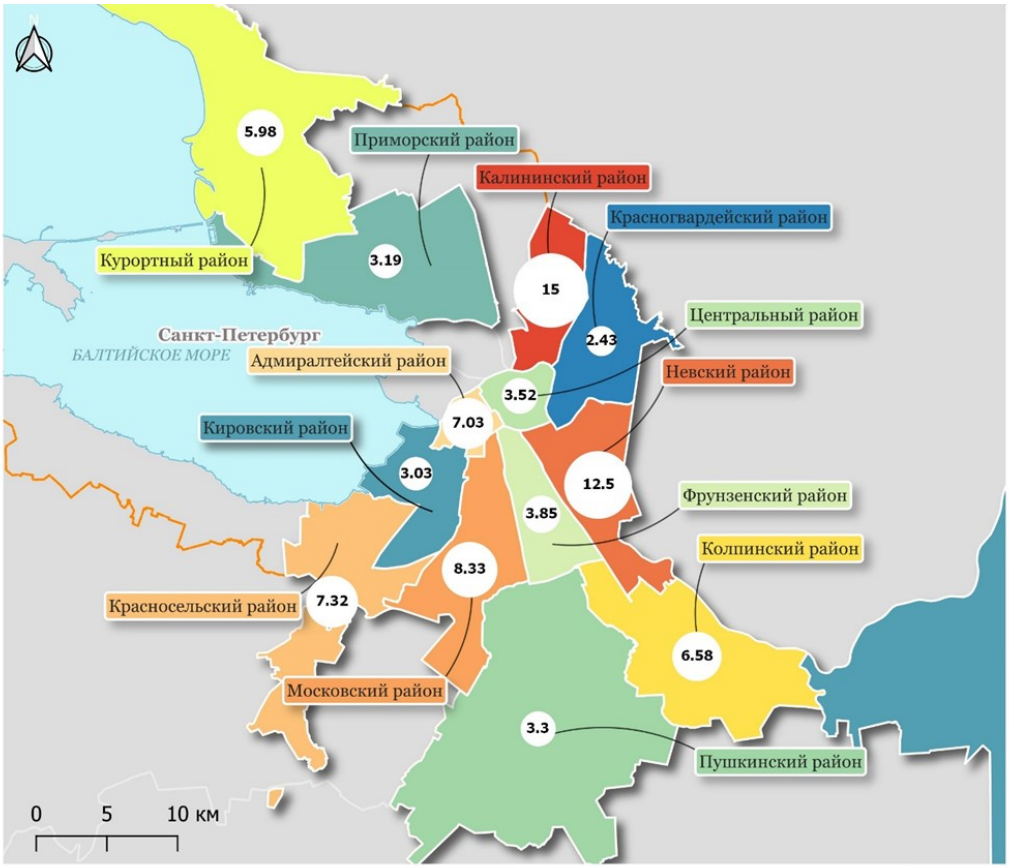


Рис. 1 – Распространение токсокароза собак в городе Санкт-Петербурге



Район	Кол-во обследований	Кол-во случаев
Калининский район	40	6
Красносельский район	82	6
Адмиралтейский район	185	13
Красногвардейский район	1235	30
Невский район	40	5
Фрунзенский район	104	4
Московский район	24	2
Василеостровский район	0	0
Выборгский район	0	0
Кировский район	33	1
Колпинский район	76	5
Кронштадтский район	0	0
Курортный район	251	15
Петроградский район	0	0
Петродворцовый район	0	0
Приморский район	501	16
Пушкинский район	91	3
Центральный район	768	27

Рис. 2 – Распространение токсокароза кошек в городе Санкт-Петербурге

Соответственно красный цвет с Калининского района постепенно снижает интенсивность до оранжевого.

ЭИ по токсокарозу кошек в Колпинском и Курортном районах города Санкт-Петербурга также достаточно высока и составляет 6,58% и 5,98% соответственно (желтые оттенки).

Наименьший процент встречаемости токсокароза кошек наблюдается в таких районах, как: Фрунзенский (3,85%), Центральный (3,52%), Пушкинский (3,3%), Приморский (3,19%), Кировский (3,03%) и реже всего токсокароз кошек регистрируется в Красногвардейском районе (2,43%) (зеленые и синие оттенки).

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Геоинформационные технологии, в частности программа QGis, позволяют систематизировать полученные в ходе исследований пространственные данные, упрощают управление и работу с ними, позволяют визуализировать данные в виде цифровых карт, что в свою очередь дает возможность быстро и наглядно оценить эпизоотическую ситуацию по конкретной болезни и, как следствие, улучшить меры борьбы и (или) профилактики с инвазией.

Применение геоинформационных технологий в ветеринарии позволяет наглядно проанализировать эпизоотическую ситуацию по различным болезням. Так, в результате применения программы QGis было установлено, что у собак токсокароз чаще регистрируется в Московском районе (14,3%), Фрунзенском (10,2%), Невском (13,05%), Красносельском (6,7%) и Всеволожском (12,05%) районе Ленинградской области, а у кошек – в Калининском районе (15%), Невском (12,5%), Московском (8,33%), Красносельском (7,32%) и Адмиралтейском (7,03%).

Дальнейшее развитие применения геоинформационных технологий в ветеринарии и паразитологии, в частности, позволит прогнозировать пути распространения инвазий не только в рамках одного города, но и между крупными городами-мегаполисами и даже странами.

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN THE EPIZOOTOLOGICAL MONITORING OF PARASITAL INVASIONS OF CARNIVORES WITH ZOOONOSIC POTENTIAL

Khramchenkova M.V.* – postgraduate student of the Department of Parasitology named after V.L. Yakimov (ORCID: 0000-0001-8372-7763)

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

*rita72278@gmail.ru

ABSTRACT

Recently, geographic information systems (GIS) have reached a high level of commercialization, wide distribution around the world and are being introduced into various fields of science, including medicine and veterinary medicine in order to visualize geospatial information to improve the quality of epizootological and epidemiological monitoring. A geographic information system is a system that provides the collection, storage, processing, access, display and distribution of spatial data. Us from March 2020 to January 2023 work was carried out to study the frequency of occurrence of toxocariasis in dogs and cats in the city of St. Petersburg and the Leningrad region. Based on the results of the study of the helminth fauna of carnivores, as well as veterinary reporting data provided by the City Veterinary Department using the Quantum GIS (QGIS) program, data on the distribution of zoonotic invasion of carnivores were visualized and it was found that toxocariasis in dogs is more often recorded in Moscow (14.3 %), Frunzensky (10.2%), Nevsky (13.05%) Krasnoselsky (6.7%) districts of St. Petersburg and Vsevolozhsky (12.05%) district of the Leningrad region, and in cats - in the Kalininsky district (15 %), Nevsky (12.5%), Moskovsky (8.33%), Krasnoselsky (7.32%) and Admiralteysky (7.03%) districts of St. Petersburg. Thus, with the help of GIS, it is possible not only to systematize the spatial data obtained during research, which simplifies management and work with them, but also to visualize the data obtained in the form of digital maps, which in turn makes it possible to quickly and clearly assess the

epizootic situation for a particular disease and as a consequence, improve measures of control and (or) prevention of invasion.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ковин, Р.В. Геоинформационные системы: учебное пособие / Р.В. Ковин, Н.Г. Марков. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 175 с.
2. Дубинин, М.Ю. Введение в геоинформационные системы / М.Ю. Дубинин, А.А. Костикова - Текст: электронный (Дата обращения: 11.06.2023). - Режим доступа: https://gis-lab.info/docs/giscourse/02-principles.html
3. Mengistu T.S., Haile A.W. Review on the application of geographical information systems (GIS) in veterinary medicine, 2017 Int J. Vet Health Sci Res 5(4): 176-182.
4. Куликов, А.С. Применение геоинформационных систем (ГИС) в области здравоохранения / А.С. Куликов, А.Р. Мавлютов, А.Р. Мавлютов // Academy, 2017. - №12. - 27 с.
5. Шабейкин, А.А. Цифровые модели эпизоотических процессов бешенства и сибирской язвы, оценка и управление рисками: дисс. … д. вет. наук: 4.2.3. / А.А. Шабейкин - Москва, 2022. – 291 с.
6. Просвирин, Г.С. Эпизоотологический мониторинг лейкоза крупного скота и африканской чумы свиней с использованием геоинформационных технологий: дисс. канд. вет. наук: 06.02.02 / Г.С. Просвирин - Санкт-Петербург, 2019. – 430 с.
7. Орлов, Д.С. География туляремии на Европейской территории России: дисс. … канд. геогр. наук: 25.00.23 / Д.С. Орлов, Москва – 2022. – 156 с.
8. Падило, Л.П. Анализ мировой эпизоотической ситуации и оценка рисков по чуме мелких жвачных животных инфекционные болезни и иммунология животных: дисс. … канд. биол. наук.: 4.2.3 / Л.П. Падило. - Саратов, 2021. – 117 с.
9. Романов, В.В. Использование ГИС - технологий в мониторинге природноочаговых зооантропонозов / В.В. Романов, Е.М. Романова, Т.Г. Баева // Вестник Ульяновской ГСХА, 2016. - №3. – 35 с.
10. Мишонкова, А.Н. Экологический мониторинг гельминтофауны Sus scrofa domestica (Linnaeus, 1758) с использованием ГИС-технологий: дисс. … канд. биол. наук.: 03.02.08 / А.Н. Мишонкова. - Ульяновск, 2011. – 162 с.
11. Белименко, В.В. Риск-ориентированный мониторинг антропозоонозных цестодозов на основе геоинформационных систем / В.В. Белименко, Н.А. Самойловская, Е.В. Новосад и др. // Российский паразитологический журнал, 2016. - №4. – 38 с.
12. Sanson, R. L. [et al.] Geographic information systems: their application in animal disease control. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics) vol. 10,1 (1991): 179-95. doi:10.20506/rst.10.1.541
13. Cringoli, G et al. “Disease mapping and risk assessment in veterinary parasitology: some case studies. Parassitologia vol. 47,1 (2005): 9-25.
14. Патент на изобретение. Жидкость для диагностики ооцист кокцидий, цист балантидий и жиардий, яиц гельминтов разных классов, клещей, насекомых, их отдельных стадий развития / Белова Л.М., Гаврилова Н.А., Пудовкин Д.Н., Токарев А.Н., Кузнецов Ю.Е. // Патент № 2472154. 2010.
15. Черепанов, А.А. Дифференциальная диагностика гельминтозов по морфологической структуре яиц и личинок возбудителей: Атлас. / А.А. Черепанов, А.С. Москвин, Г.А. Котельников, В.М. Хренов // Москва: Колос, 2001. - 76 с.

REFERENCES

1. Kovin, R.V. Geoinformation systems: textbook / R.V. Kovin, N.G. Markov. - Tomsk: Publishing House of the Tomsk Polytechnic University, 2008. - 175 p.
2. Dubinin, M.Y. Introduction to geoinformation systems / M.Yu. Dubinin, A.A. Kostikova - Text: electronic (Date of access: 11/06/2023). - Access mode: https://gis-lab.info/docs/giscourse/02-principles.html
3. Mengistu T.S., Haile A.W. Review on the application of geographical information systems (GIS) in veterinary medicine, 2017 Int J. Vet Health Sci Res 5(4): 176-182.

4. Kulikov, A.S. The use of geographic information systems (GIS) in the field of healthcare / A.S. Kulikov, A.R. Mavlyutov, A.R. Mavlyutov // Academy, 2017. - No. 12. - 27 s.
5. Shabeikin, A.A. Digital models of epizootic processes of rabies and anthrax, risk assessment and management: dissertation ... doctor of veterinary sciences: 4.2.3. / A.A. Shabeikin - Moscow, 2022. - 291 p.
6. Prosvirin, G.S. Epizootological monitoring of bovine leukemia and African swine fever using geoinformation technologies: dissertation ... candidate of veterinary sciences: 06.02.02 / G.S. Prosvirin - St. Petersburg, 2019. - 430 p.
7. Orlov, D.S. Geography of tularemia in the European territory of Russia: dissertation ... candidate of geographical sciences: 25.00.23 / D.S. Orlov, Moscow - 2022. - 156 p.
8. Padilo, L.P. Analysis of the world epizootic situation and risk assessment for plague of small ruminants' infectious diseases and animal immunology: dissertation ... candidate of biological sciences.: 4.2.3 / L.P. Padilo. - Saratov, 2021. - 117 p.
9. Romanov, V.V. The use of GIS technologies in monitoring natural focal zooanthroponoses / V.V. Romanov, E.M. Romanova, T.G. Baeva // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2016. - No. 3. – 35 p.
10. Mishonkova, A.N. Ecological monitoring of the helminth fauna of Sus scrofa domestica (Linnaeus, 1758) using GIS technologies: dissertation ... candidate of biological sciences.: 03.02.08 / A.N. Mishonkova. - Ulyanovsk, 2011. - 162 p.
11. Belimenko, V.V. Risk-oriented monitoring of anthropozoonotic cestodosis based on geographic information systems / V.V. Belimenko, N.A. Samoilovskaya, E.V. Novosad et al. // Russian Journal of Parasitology, 2016. - No. 4. – 38 s.
12. Sanson, R. L. [et al.] Geographic information systems: their application in animal disease control. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics) vol. 10,1 (1991): 179-95. doi:10.20506/rst.10.1.541
13. Cringoli, G et al. "Disease mapping and risk assessment in veterinary parasitology: some case studies. Parassitologia vol. 47,1 (2005): 9-25.
14. Patent for invention. Fluid for the diagnosis of coccidia oocysts, balantidia and giardia cysts, helminth eggs of different classes, ticks, insects, their individual stages of development / Belova L.M., Gavrilova N.A., Pudovkin D.N., Tokarev A.N., Kuznetsov Yu.E. // Patent No. 2472154. 2010. (in Russian)
15. Cherepanov, A.A. Differential diagnosis of helminthiases according to the morphological structure of eggs and larvae of pathogens: Atlas. / A.A. Cherepanov, A.S. Moskvin, G.A. Kotelnikov, V.M. Khrenov // Moscow: Kolos, 2001. - 76 p. (in Russian)

УДК: 619:616.99:636.1
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.74

ГЕЛЬМИНТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС СПОРТИВНЫХ И ПЛЕМЕННЫХ ЛОШАДЕЙ, ВЫВОЗИМЫХ ЗА ПРЕДЕЛЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дёмкина О.В.[1*] – к. вет. н., доц. каф. патологии, морфологии и физиологии (ORCID 0000-0001-9303-4100), **Соловьева И.А.**[2] – к. биол. н., вед. науч. сотр. отдела паразитологии и зооэкологии (ORCID 0000-0003-3946-4593); **Бондаренко Г.А.**[2] – науч. сотр. отдела паразитологии и зооэкологии (ORCID 0000-0001-8641-2388); **Трухина Т.И.**[2] – к. с.-х. н., ст. науч. сотр. отдела паразитологии и зооэкологии (ORCID 0000-0003-4882-6971).

[1] ФБГОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет
[2] ФБГНУ Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт

*demkina -olsen@mail.ru

Ключевые слова: *перемещение лошадей, ветеринарные требования, гельминтозы, распространение инвазий.*

Key words: *transportation of horses, veterinary requirements, helminthiasis, veterinary accompanying documents.*

Поступила: 18.05.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Ежегодно по территории Российской Федерации перевозится большое количество животных. За 2022 г. зафиксировано перемещение 156229 голов лошадей. Для минимизации рисков распространения инфекций и инвазий разработаны строгие ветеринарные требования, в числе которых обязательная дегельминтизация во время карантинирования перед отправкой. В пункт назначения животные должны прибыть свободными от паразитарных заболеваний. Исследование преследовало цель выяснить возможные риски распространения гельминтозов лошадей с вновь ввозимыми животными. Были обследованы лошади, следующие транзитом через г. Благовещенск из хозяйств Центральной России в страну Восточной Азии. Фекалии исследовали методами флотации и лярвоскопии с последующим определением систематического положения паразитов. Гельминтозная инвазия обнаружена у 64,3% обследованных животных с различной интенсивностью. Выявлены как повсеместно распространенные гельминтозы лошадей (трихонематоз, параскаридоз), так и опасные заболевания, которые не регистрируются у лошадей конноспортивных клубов г. Благовещенска (альфортиоз, стронгилёз, деляфондиоз, аноплоцефалидоз). Учитывая время транспортировки, время действия антигельминтных препаратов в организме лошадей и сроки преимагинального развития различных видов гельминтов, выявление данных болезней говорит о некачественно проведенной дегельминтизации перед транспортировкой из пункта отправления. При организации перемещения лошадей необходимы более тщательный контроль за организацией процесса перевозки и соблюдением нормативных требований для обеспечения эпизоотической безопасности животных, снижения рисков распространения инфекций и инвазий на благополучных территориях.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

По территории Российской Федерации, а также за ее пределы в страны

Таможенного союза и третьи страны, постоянно происходит перемещение животных различными видами транспорта. По данным ФГИС «ВетИС» за 2021 г. было перевезено 79,8 млн. голов различных видов животных, в том числе 180148 лошадей [1], в 2022 г. по территории России перевезли 156 229 лошадей. Перемещение животных, независимо от расстояний, влечет за собой риск распространения инвазий и инфекций, несмотря на ряд жестких ветеринарных требований. Перевозка спортивных лошадей на соревнования или постоянное пребывание регламентируется ветеринарными правилами перемещения спортивных лошадей по территории Российской Федерации и Таможенного союза, оформляются ветеринарные сопроводительные документы (ВСД) [2]. Обязательными условиями для оформления ВСД является благополучие хозяйства и региона вывоза по инфекционным и инвазионным болезням, карантинирование лошадей, наличие ряда диагностических исследований, вакцинаций и дегельминтизация [3]. При международной перевозке необходимо выполнить ряд ветеринарных предписаний страны ввоза [4]. Чаще всего транспортировка лошадей осуществляется автомобильным транспортом (коневоз), который специально оборудован для перевозки этого вида животных [5]. Все эти требования и мероприятия направлены на то, чтобы у принимающей стороны были гарантии биологического благополучия, связанного с временным или постоянным пребыванием на своей территории новых животных. Но как показывают исследования, вновь ввозимые лошади оказываются заражены различными видами гельминтов и являются источником распространения инвазии [6]. Поэтому цель данной работы – изучение гельминтологического статуса транзитных лошадей для оценки рисков распространения гельминтозов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

В декабре 2022 г на территорию ипподрома г. Благовещенска прибыл коневоз, следующий из Центральной России в одну из стран Восточной Азии. Перевозились спортивные и племенные лошади орловской рысистой породы в количестве 21 головы с полным пакетом ветеринарных сопроводительных документов. На гельминтозы во время передержки было обследовано 14 лошадей. Фекалии в количестве 7-10 г отбирались сразу после дефекации и исследовались на наличие яиц нематод и цестод методом флотации по Котельникову-Хренову. Для выделения инвазионных личинок стронгилят желудочно-кишечного тракта применяли метод лярвоскопии по Берману-Орлову после культивирования в термостате при 25-27 ° С, в течение 7-10 дней [7]. Определяли систематическое положение гельминтов по Ивашкину и Двойносу [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Общее время движения коневоза в пути на момент прибытия в г. Благовещенск составило около 12 суток. Транзитная остановка на территории ипподрома не превышала двух дней. Животные были размещены в отдельно стоящем здании в индивидуальных денниках, что исключало возможность контакта с лошадьми, содержащимися на ипподроме. Из 14 обследованных голов у 9 (64,3%) в микстинвазии флотационным методом обнаружены яйца следующих гельминтов: нематод подотряда Strongylata (Railliet et Henry, 1913), нематод вида Parascaris equorum (Goeze, 1782), цестод рода Anoplocephala (Blanchard, 1848). Стронгилятами заражены все 9 голов лошадей, из них у двух голов обнаружены аноплоцефаляты и у четырех – параскарисы. Интенсивность гельминтозной инвазии была невысокая, от 2 до 21 яйца на 1 г фекалий. Инвазионные личинки стронгилят были определены как представители малых стронгилят рода Trichonema (Cobbolt, 1874) без видовой идентификации, и виды больших стронги-

лят: Strongylus equinus (Muller, 1780), Alfortia edentatus (Loos, 1900), Delafondia vulgaris (Loos, 1900). Трихонематоз и параскаридоз относятся к довольно распространенным гельминтозам лошадей. Обнаруженные виды больших стронгилят и, соответственно, вызываемые ими болезни – стронгилёз, альфортиоз и деляфондиоз, а также аноплоцефаляты, не характерны для гельминтофауны конноспортивных клубов г. Благовещенска. Ранее при обследовании лошадей, постоянно находящихся на территории Благовещенского ипподрома, из подотряда стронгилят были обнаружены только представители рода трихонем [9]. Выявленные гельминтозы у транзитных лошадей опасны, тяжело поддаются лечению и могут привести к летальному исходу. Поэтому после отъезда животных далее по маршруту следования, денники, где они содержались, были тщательно вычищены и обеззаражены для исключения контаминации территории ипподрома и возможного заражения других лошадей. По ветеринарным правилам дегельминтизация должна осуществляться в период 30-дневного карантинирования животных. Сроки выведения различных антгельминтиков из организма лошадей составляет от 10 суток (фенбендазол) до 9 недель (ивермектины) [10], а срок преимагинального развития основных видов гельминтов, паразитирующих в желудочно-кишечном тракте у лошадей, составляет от 6 недель (параскарисы и аноплоцефаляты) до 9 месяцев (стронгиляты). То есть при сложении минимальных сроков действия антгельминтика, срока развития гельминтов и срока транспортировки, лошади, прибывшие в Амурскую область из Центральной России, при своевременно проведенной дегельминтизации, должны были быть свободны от паразитов.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Выявление гельминтозов у перемещаемых лошадей не является единичным случаем. Не всегда к дегельминтизации относятся с должным вниманием как ветеринарные специалисты, так и отправители. Учитывая количество перемещаемых по России лошадей, вызывает озабоченность возможность распространения новых возбудителей гельминтозов в благополучные конноспортивные клубы, регионы и страны дальнего и ближнего зарубежья. Поэтому ветеринарным специалистам на местах и заводчикам лошадей следует относиться ответственно к подготовке перемещения животных, строго соблюдая порядок ветеринарного контроля согласно нормативным документам.

HELMINTHOLOGICAL STATUS OF SPORTS AND BREEDING HORSES EXPORTED FROM THE RUSSIAN FEDERATION

Dyomkina O.V.[1] – PhD of veterinary science, associate professor; **Solovyeva I.A.** [2] – PhD of biology science, leading researcher; **Bondarenko G.A.**[2] – researcher; **Trukhina T.I.**[2] – PhD of agriculture science, senior re-searcher.

[1] – Far Eastern State Agrarian University; [2] – Far Eastern Zone Research Veterinary Institute.

*demkina -olsen@mail.ru

ABSTRACT

Every year a large number of animals are transported across the territory of the Russian Federation. In 2022, the movement of 156,229 heads of horses was recorded. To minimize the risks of spreading infections and invasions, strict veterinary requirements have been developed, including mandatory deworming during quarantine before shipment. The animals must arrive at their destination free of parasitic diseases. The study aimed to find out the possible risks of the spread of helminthiasis of horses with newly imported animals. Horses in transit through the city were examined. Blagoveshchensk from the farms of Central Russia to the country of East Asia. Feces were examined by flotation and larvoscopy methods, followed by determination of the systematic position of parasites. Helminthic invasion was detected in 64.3% of the examined animals with varying intensity. Both widespread helminthiasis of horses

(trichonematosis, paraskaridosis) and dangerous diseases that are not registered in horses of equestrian clubs of Blagoveshchensk (alfortiosis, strongylosis, delafondiosis, anoplocephalidosis) have been identified. Taking into account the time of transportation, the duration of action of anthelmintic drugs in the body of horses and the timing of the preimaginal development of various types of helminths, the identification of these diseases indicates poor-quality deworming before transportation from the point of departure. When organizing the movement of horses, more careful control over the organization of the transportation process and compliance with regulatory requirements is needed to ensure the epizootic safety of animals, reduce the risks of spreading infections and invasions in safe territories.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Организация процесса перевозки живых животных в Российской Федерации. Шибаев М. А., Клиновицкая И. М., Бельчихина А. В., Караулов А. К. Ветеринария сегодня. 2023. Т. 12. № 1. С. 79-86.
2. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 02.04.2020 № 177 "О внесении изменений в приказ Минсельхоза России от 27 декабря 2016 г. № 589 "Об утверждении Ветеринарных правил организации работы по оформлению ветеринарных сопроводительных документов, Порядка оформления ветеринарных сопроводительных документов в электронной форме и Порядка оформления ветеринарных сопроводительных документов на бумажных носителях" (Зарегистрирован 27.05.2020 № 58484) URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202005270026.
3.Ветеринарные правила перемещения спортивных лошадей по территории Российской Федерации" (утв. Минсельхозом России 28.09.2005). URL: http://www.consultant.ru/law/podborki/veterinarnye_pravila_peremescheniya_sportivnyh_loshadej_po_territorii_rossijskoj_federacii/.
4.Требования к ввозу/вывозу/транзиту, предъявляемые к подконтрольным Россельхознадзору товарам. URL: https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/importexport.
5.Перевозка лошадей автомобильным транспортом при международных перевозках. Зырянов В.В., Мамойко А.Ю., Самойлик Д.А. В сборнике: Актуальные вопросы и перспективы развития современной науки. Материалы Национальной научно-практической конференции. Отв. редактор В.А. Зеликов. Воронеж, 2022. С. 5-11.
6.Бундина Л.А. Влияние вновь завозимых лошадей на распространение гельминтозов в коневодческих хозяйствах. Российский паразитологический журнал. 2012. № 2. С. 51-54.
7.Котельников Г.А. Гельминтологические исследования животных и окружающей среды. – М., 1984. – 284 с.
8.Ivashkin V.M., Dvoinos V.M. Opredelitel' gel'mintov loshadei. Kiev: Naukova dumka, 1984. – 164 s.
9.Дёмкина О. В., Соловьева И. А. Эффективность ивермека при гельминтозах у спортивных лошадей при различных способах введения // Иппология и ветеринария 1 (47) 2023, с. 171-176
10.Сроки выведения фенбендазола из организма лошадей после лечения Празифеном // Шумакович И.Е., Мусаев М.Б., Салгириев И.Р., Архипов И.А. Российский паразитологический журнал. 2013. № 3. С. 106-110.

REFERENCES

1. Organizatsiya protsessa perevozki zhivykh zhivotnykh v Rossiiskoi Federatsii. Shibaev M. A., Klinovitskaya I. M., Bel'chikhina A. V., Karaulov A. K. Veterinariya segodnya. 2023. T. 12. № 1. S. 79-86. (In Russ.).
2. Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii ot 02.04.2020 № 177 "O vnesenii izmenenii v prikaz Minsel'khoza Rossii ot 27 dekabrya 2016 g. № 589 "Ob utverzhdenii Veterinarnykh pravil organizatsii raboty po oformleniyu veterinarnykh soprovoditel'nykh dokumentov, poryadka oformleniya veterinarnykh so-

provoditel'nykh dokumentov v ehlektronnoi forme i poryadka oformleniya veterinarnykh soprovoditel'nykh dokumentov na bumazhnykh nositelyakh" (Zaregistrirovan 27.05.2020 № 58484) URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202005270026.

3. Veterinarnye pravila peremeshcheniya sportivnykh loshadei po territorii Rossiiskoi Federatsii" (utv. Minsel'khozom Rossii 28.09.2005). URL: http://www.consultant.ru/law/podborki/veterinarnye_pravila_peremescheniya_ sportivnyh_loshadej_po_territorii_rossijskoj_federacii/.

4. Trebovaniya k vvozu/vyvozu/tranzitu, pred"yavlyaemye k podkontrol'nym Rossel'khoznadzoru tovaram. URL: https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/importexport.

5. Perevozka loshadei avtomobil'nym transportom pri mezhdunarodnykh perevozkakh. Zyryanov V.V., Mamoiko A.YU., Samoilik D.A. V sbornike: Aktual'nye voprosy i perspektivy razvitiya sovremennoi nauki. Materialy Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Otv. redaktor V.A. Zelikov. Voronezh, 2022. S. 5 -11. (In Russ.).

6. Bundina L.A. Vliyanie vnov' zavozimykh loshadei na rasprostranenie gel'mintozov v konevodcheskikh khozyaistvakh. Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal. 2012. № 2. S. 51 -54. (In Russ.).

7. Kotel'nikov G.A. Gel'mintologicheskie issledovaniya zhivotnykh i okruzhayushchei sredy. – M., 1984. – 284 s. (In Russ.).

8. Ivashkin V.M., Dvoinos V.M. Opredelitel' gel'mintov loshadei. Kiev: Naukova dumka, 1984. – 164 s. (In Russ.).

9. Demkina O. V., Solov'eva I. A. Ehffektivnost' ivermeka pri gel'mintozakh u sportivnykh loshadei pri razlichnykh sposobakh vvedeniya // Ippologiya i veterinariya 1 (47) 2023, s. 171-176. (In Russ.).

10. Sroki vyvedeniya fenbendazola iz organizma loshadei posle lecheniya Prazifenom // Shumakovich I.E., Musaev M.B., Salgiriev I.R., Arkhipov I.A. Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal. 2013. № 3. S. 106-110 (In Russ.).

УДК: [576.89:595.122.1:639.215.2]:556.55(470.56)
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.79

ЗАРАЖЁННОСТЬ ЛЕЩА ПЛЕРОЦЕРКОИДАМИ ЛИГУЛЫ (LIGULA INTESTINALIS) ЧЕРНОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Килякова Ю.В.[1] * – канд. биол. наук; доц. кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры (ORCID: 0000-0002-2385-264X), **Мирошникова Е.П.**[1] – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры (ORCID: 0000-0003-3804-5151), **Аринжанов А.Е.**[1] – канд. с-х. наук; доц. кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры (ORCID: 0000-0001-6534-7118), **Зуева М.С.**[1,2] – асс. кафедры биотехнология животного сырья и аквакультуры , асп. 2 года обучения, (ORCID: 0000-0002-2818-1312).

[1]ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»
[2]ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
*fish-ka06@mail.ru

Ключевые слова: лещ, гельминтозы, лигулез, зараженность, инвазированная рыба.

Key words: bream, helminthiases, ligulosis, infestation, invasive fish.

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

В статье рассматривается проблема распространения гельминтозной болезни – лигулеза – в водоемах Оренбургской области. Лигулез – широко распространенная природно-очаговая болезнь, поражающая большое количество пресноводных рыб. Паразитируя в брюшной полости рыб, гельминт сдавливает внутренние органы и нарушает их функции, снижая тем самым качество рыбной продукции. Целью наших исследований явилось изучение степени зараженности леща плероцеркоидами рода Ligula Черновского водохранилища Оренбургской области. Всего методом частичного паразитологического вскрытия по методике В.А. Догеля, исследовано 360 штук леща разного возраста в мае-октябре 2021 и 2022 годов в Черновском водохранилище Оренбургской области. У вскрытых рыб отмечалась атрофия печени и других паренхиматозных органов, а также органов размножения. Зараженные рыбы были истощены, заметно отставали в росте. Скапливаясь на мелководье, их легко можно было выловить. Экстенсивность инвазии согласно нашим исследованиям была достаточно высокой в течение всего периода, заметно возрастала в июле-августе, в осенние месяцы несколько снижалась. Интенсивность инвазии имела максимальные значения в августе-сентябре. Заражению были подвержены рыбы в возрасте двух лет и старше. Наибольшие показатели экстенсивности инвазии зафиксированы у леща двух-трех лет (более 60 % всех зараженных особей), у старших возрастных групп наблюдалось заметное снижение этого показателя. Максимальных размеров (24,7 см (2,8-95)) плецеркоиды Ligula intestinalis достигали к четвертому-пятому году жизни рыбы, т.е. через два-три года после заражения. Черновское водохранилище Оренбургской области – природный очаг лигулеза. Борьба с этой болезнью является важной мерой, способной обеспечить экологическую чистоту водохранилища.

ВВЕДЕНИЕ/ INTRODUCTION

В последние годы в Оренбургской области уделяется большое внимание вопросам увеличения рыбных запасов естественных и искусственных водоемов. Ежегодно проводится зарыбление реки Урал, водохранилищ области карповыми, осетровыми видами рыб, а также мелиоративные мероприятия. Одна из причин, ухудшающих качество рыбной продукции из водоемов области, - гельминтозы. Они снижают упитанность и жирность, портят товарный вид выловленных рыб, тем самым причиняя значительный экономический ущерб [1].

Лигулез – распространенная гельминтозная болезнь многих видов пресноводных рыб, особенно часто регистрируется у карповых. Заболевание у рыб вызывают плероцеркоиды ремнецов из рода *Ligula* (семейство Ligulidae). Паразитируя в брюшной полости, гельминт сдавливает внутренние органы, нарушает их функции, что может приводить к атрофии и бесплодию [2].

К естественным причинам распространения лигулеза относятся рыбоядные птицы – окончательные хозяева ремнецов *Ligula.* В кишечнике птиц гельминты становятся половозрелыми и живут всего несколько суток, выделяясь с пометом и не причиняя особого вреда. Контролировать численность рыбоядных птиц на водоемах достаточно сложно и не всегда возможно [3].

Целью наших исследований явилось изучение степени зараженности леща плероцеркоидами рода *Ligula* Черновского водохранилища Оренбургской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Материалом для настоящей работы послужили паразитологические исследования леща, проведенные нами в мае-октябре 2021 и 2022 годов в Черновском водохранилище Оренбургской области.

Всего методом частичного паразитологического вскрытия по методике В.А. Догеля, исследовано 360 штук леща разного возраста. Сбор, фиксация материала проводилась по общепринятым методикам [4]. Для вскрытия использовалась живая рыба. Перед паразитологическими исследованиями у каждой особи отбирали чешую для определения возраста. Затем вскрывали полость тела и выбирали ремнецов.

При определении видовой принадлежности пользовались «Определителем паразитов пресноводных рыб» [5]. Для количественной оценки зараженности рыб использовали показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ, %) и интенсивность инвазии (ИИ, экз.) [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Черновское водохранилище создано на реке Черная – левобережном притоке реки Урал – с целью орошения сельскохозяйственных угодий, а также регулирование стока и увеличение водности реки. Площадь водохранилища 1285 га. Продолжительность периода со среднесуточными температурами выше 15^{o}С, колеблется в пределах 106–120 дней. Кислородный режим Черновского водохранилища благоприятный для гидробионтов во все сезоны года.

Температурный режим поверхностных вод характеризуется хорошим прогревом в летнее время до +26^{o}С и низкими температурами +1,8^{o}С зимой. Ледостав проходит в середине ноября. Дно водохранилища представлено илисто–песчаными грунтами с преобладанием илистых отложений. На мелководной части затонов среднего течения водохранилища и в верховье встречаются заросли макрофитов: камыша, тростника и рогоза. В прибрежной части заливов левобережья растет осока. Макрофиты занимают до 12% от общей площади водоема [6].

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Небольшие глубины Черновского водохранилища (преобладающие глубины в приплотинном участке 8–10 м), хорошая прогреваемость поверхностных вод способствуют активному развитию зоопланктона – представителей родов Cyclops, Eudiaptomus – промежуточных хозяев ремнецов L. intestinalis. Кроме того водохранилище – излюбленное место гнездо-

Таблица 1

Зараженность леща Черновского водохранилища плероцеркоидами лигулы (*L. intestinalis*)

Месяцы	Количество исследованных рыб, шт.	Количество инвазированных рыб, шт.	ЭИ, %	ИИ, экз.
Май	57	27	47	2-3
Июнь	64	41	64	3-5
Июль	65	54	83	4-7
Август	72	61	85	5-8
Сентябрь	60	43	72	6-7
Октябрь	42	29	69	4-5

вания чаек и других видов рыбоядных птиц, которые являются окончательными хозяевами данного паразита. В кишечнике птиц лигулы в течение нескольких часов становятся половозрелыми, продуцируют яйца и погибают через несколько дней. Птицам гельминты не причиняют в итоге особого вреда [3, 7]. Наиболее длительный период ремнецы находятся в организме рыбы, оказывая на него наиболее пагубное воздействие. Лещ в Черновском водохранилище оказался очень восприимчив к заражению плероцеркоидами L. intestinalis.

Согласно нашим исследованиям ЭИ была достаточно высокой в течение всего периода, заметно возрастала в июле-августе, в осенние месяцы несколько снижалась. ИИ имела максимальные значения в августе-сентябре. Это объясняется массовым гнездованием рыбоядных птиц во второй половине лета на побережье водохранилища. Весной степень заражения заметно ниже, так как инвазированные лизулами рыбы погибают за зимний период.

Заражению были подвержены рыбы в возрасте двух лет и старше. Наибольшие показатели ЭИ зафиксированы у леща двух-трех лет (более 60 % всех зараженных особей), у старших возрастных групп наблюдалось заметное снижение этого показателя. Связано это, скорее всего, с особенностями питания в разном возрасте. Младшие возрастные группы леща потребляют ветвистоусых и веслоногих ракообразных, у старших в рационе преобладают бентосные организмы.

Максимальных размеров (24,7 см (2,8-95) средняя длина (max-min)) плецеркоиды L. intestinalis достигали к четвертому-пятому году жизни рыбы, т.е. через два-три года после заражения. Большая часть рыб при ИИ более 4-5 экземпляров погибает в этом же возрасте.

При осмотре инвазированной рыбы отмечались все признаки лигулеза. Брюшко в передней части было вздутое, плотное на ощупь. Сдавленные внутренние органы имели признаки атрофии. Печень у некоторых особей мраморной окраски, дряблой консистенции. Стенки кишечника истонченные, кишечник переплетен паразитами. Гонады недоразвиты. Зараженные рыбы были истощены, заметно отставали в росте. Скапливаясь на мелководье, их легко можно было выловить.

ВЫВОДЫ/ CONCLUSIONS

Таким образом, Черновское водохранилище Оренбургской области – природный очаг лигулеза. Для снижения степени зараженности леща можно рекомендовать следующие мероприятия.

- проведение профилактического массового вылова леща;
- по согласованию с Министерством природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области осуществлять отстрел чаек в прибрежной зоне Черновского водохранилища, что может повлиять на изменение мест гнездования;
- выкос прибрежной высшей водной растительности;

- вылов и уничтожение больной, снулой рыбы;

- регулярный мониторинг степени зараженности леща лигулезом.

INFECTION OF BRAM WITH PLEROCERCOIDS OF LIGULA INTESTINALIS OF THE CHERNOVSK RESERVOIR, ORENBURG REGION

Kilyakova Yu.V.[1] – cand. Biol. sciences; Associate Professor of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture (ORCID: 0000-0002-2385-264X), **Miroshnikova E.P.**[1] – Doctor of Biological Sciences, Professor; Head of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture (ORCID: 0000-0003-3804-5151), **Arinzhanov A.E.**[1] – Candidate of Agricultural Sciences; Associate Professor of the Department biotechnology of animal raw materials and aquaculture (ORCID: 0000-0001-6534-7118), **Zueva M.S.**[1,2] – Assistant of the Department of Biotechnology of Animal raw materials and Aquaculture , postgraduate student 2 years of study, (ORCID: 0000-0002-2818-1312)
[1]FGBOU VO "Orenburg State University"
[2]FGBNU "Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences"
*fish-ka06@mail.ru

ABSTRACT

In recent years, much attention has been paid in the Orenburg region to the issues of increasing fish stocks in natural and artificial reservoirs. Annually, the Ural River, reservoirs of the region are stocked with carp, sturgeon species of fish, as well as land reclamation activities. One of the reasons that worsen the quality of fish products from the reservoirs of the region is helminthiases. They reduce fatness and fat content, spoil the marketable appearance of caught fish, thereby causing significant economic damage [1].

Ligullosis is a common helminthic disease of many species of freshwater fish, especially often recorded in cyprinids. The disease in fish is caused by plerocercoids of Ligulidae from the genus Ligula (family Ligulidae). Parasitizing in the abdominal cavity, the helminth compresses the internal organs, disrupts their functions, which can lead to atrophy and infertility [2].

The natural causes of the spread of ligulosis include fish-eating birds - the final hosts of the Ligula. In the intestines of birds, helminths become sexually mature and live only a few days, standing out with litter and not causing much harm. It is quite difficult and not always possible to control the number of fish-eating birds in water bodies [3].

The aim of our research was to study the degree of infestation of bream with plerocercoids of the genus Ligula in the Chernovsky reservoir of the Orenburg region.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Куц, Л.А. Изучение распространенности лигулеза карповых рыб в водоемах Московской области / Л.А. Куц // Агробизнес и экология. 2016. Т.3. №1. – С. 127 -134.

2. Ихтиопатология / Н.А. Головина, Ю.А. Стрелков, В.Н. Воронин, П.П. Головин, Е.Б. Евдокимова, Л.Н. Юхименко. Под ред. Н.А. Головиной, О.Н. Бауера. — М.: Колос, 2010. — 512 с.

3. Звигинцев, С.Е. Лигулидозы рыб в водоемах историко-природного парка «Истоки Исети» / С.Е. Звигинцев, В.И. Петренко // Аграрный вестник Урала. 2011. №5 (84). – С. 33-34.

4. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.

5. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / под ред. О.Н. Бауера. - Л.: Наука, 1985. Т. 2 «Паразитические многоклеточные». Ч. 1. – 425 с.

6. Чибилев, А.А. Природа Оренбургской области. (Часть I. Физико–географический и историко–географический очерк) / А.А. Чибилев. - Оренбургский филиал Русского географического общества. – Оренбург, 1995. – 79 с.

7. Федоров, Н.М. Пути снижения лигулезной инвазии карповых в аквакультуре / Н.М. Федоров, А.И. Пегина, С.В. Гуро-

ва // Известия Дагестанского ГАУ. 2019. №4(4). – С. 133-136.

REFERENCES

1. Kuts, L.A. The study of the prevalence of ligulosis of cyprinids in the water bodies of the Moscow region / L.A. Kuts // Agribusiness and ecology. 2016. V.3. No. 1. - S. 127-134. [in Russ.]
2. Ichthyopathy / N.A. Golovina, Yu.A. Strelkov, V.N. Voronin, P.P. Golovin, E.B. Evdokimova, L.N. Yukhimenko. Ed. ON THE. Golovina, O.N. Bauer. — M.: Kolos, 2010. — 512 p. [in Russ.]
3. Zvigintsev, S.E. Ligulidoses of fish in the reservoirs of the historical and natural park "Sources of Iset" / S.E. Zvigintsev, V.I. Petrenko // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. No. 5 (84). - S. 33-34. [in Russ.]
4. Bykhovskaya-Pavlovskaya, I.E. fish parasites. Study Guide / I.E. Bykhovskaya-Pavlovskaya. - L.: Nauka, 1985. - 121 p. [in Russ.]
5. Key to parasites of freshwater fish fauna of the USSR / ed. HE. Bauer. - L.: Nauka, 1985. Vol. 2 "Parasitic multicellular organisms". Part 1. - 425 p. [in Russ.]
6. Chibilev, A.A. Nature of the Orenburg region. (Part I. Physical-geographical and historical-geographical essay) / A.A. Chibilev. - Orenburg branch of the Russian Geographical Society. - Orenburg, 1995. - 79 p.
7. Fedorov, N.M. Ways to reduce the ligulous invasion of cyprinids in aquaculture / N.M. Fedorov, A.I. Pegina, S.V. Gurov // Proceedings of the Dagestan State Agrarian University. 2019. No. 4(4). - S. 133-136. [in Russ.]

УДК: 616.99:591.2:599.735.52
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.84

ЭНДОПАРАЗИТОФАУНА АЛТАЙСКИХ ГОРНЫХ БАРАНОВ (OVIS AMMON AMMON), СИБИРСКИХ ГОРНЫХ КОЗЛОВ (CAPRA SIBIRICA) И МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «САЙЛЮГЕМСКИЙ», РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ

Чупрак Д. И.[1] * – асп. кафедры паразитологии им. В. Л. Якимова (ORCID: 0000-0002-8001-0203), **Белова Л. М.**[1], д-р. биол. наук, зав. кафедрой паразитологии им. В. Л. Якимова (ORCID 0000-0003-4473-1940), **Кужлеков А. О.** [2] науч. сотр. отд. науки, туризма и рекреационной деятельности (ORCID: 0009-0009-1932-501X).

[1] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,

[2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный парк «Сайлюгемский»

*Darya.chuprak@mail.ru

Ключевые слова: *алтайский горный баран, сибирский горный козел, мелкий рогатый скот, эндопаразитофауна, Сайлюгемский национальный парк, кокцидии, нематоды.*

Key words: *Altai argali, Siberian ibex, endoparasite fauna, Sailyugem National Park, coccidia, nematodes.*

Поступила: 15.08.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Териофаунистический список диких полорогих животных Юго-Восточного Алтая включает в себя алтайского горного барана (Ovis ammon ammon), а также сибирского горного козла (Capra sibirica). Преобладающими видами сельскохозяйственных животных в Республике Алтай являются козы и овцы. Паразитофауна и взаимообмен между дикими полорогими и мелким рогатым скотом на данных территориях недостаточно изучен. Пробы были отобраны сотрудниками национального парка «Сайлюгемский». На кафедре В.Л. Якимова были проведены овоскопические и лярвоскопические методы исследования. Подсчет среднего числа яиц проводили при помощи счетной камеры ВИГИС (ВНИИП им. К. И. Скрябина). По полученным результатам был проведен анализ перекрестной инвазии. У диких полорогих из 120 исследованных проб и у мелкого рогатого скота из 31 пробы были обнаружены эндопаразиты, относящиеся к четырем крупным таксономическим группам: протистам, трематодам, цестодам и нематодам. У диких полорогих из группы нематод установлена инвазия яйцами рода Trichuris, по морфологическим и морфометрическим признакам были обнаружены яйца аскаридного типа, яйца нематод отряда Strongylida, рода Marshallagia, Nematodirella, Nematodirus spp., а также личинки рода Protostrongylus. Из группы трематод обнаружены яйца вида Hasstilesia ovis, а также Dicrocoelium sp. Из группы

цестод были обнаружены яйца рода Moniezia sp. Из группы протистов найдены ооцисты рода Eimeria spp. У мелкого рогатого скота в отличии от диких полорогих были обнаружены нематоды рода Strongyloides sp. Количество случаев выявления у мелкого рогатого скота нематоды рода Protostrongylus sp. значительно ниже, чем у диких полорогих, а яйца стронгилидного типа встречались чаще. Также не было найдено яиц трематоды рода Dicrocoelium sp. В остальном эндопаразитофауна была сходной с дикими полорогими. Данное исследование поможет составить полноценную картину паразитофауны и перекрестной инвазии диких полорогих животных и мелкого рогатого скота.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

К териофауне диких полорогих животных Юго-Восточного Алтая относятся алтайский горный баран (*Ovis ammon ammon*) (син. архар, аргали, и др.) и сибирский горный козел (*Capra sibirica*) (син. тэк, центральноазиатский каменный козел и др.). Аргали занесен в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Республики Алтай. На данный момент основная часть популяции сосредоточена в Монголии (Баян-Улгий аймак). В Юго-Восточном Алтае (Россия) этот вид распространен на двух хребтах: Сайлюгемский и Чихачёва [1, 2, 3].

Сибирский горный козел занесен в Красную Книгу МСОП со статусом «находящийся под угрозой» (NT) и тенденцией к сокращению численности. С 2021 года занесен в мораторий на добычу сроком на три года в результате критического снижения численности Республики Алтай в следствии антропогенного фактора (охота, браконьерство) [4]. По последним данным МСОП общая численность половозрелых особей козерога составляет 102 000 – 150 000 [5]. Численность популяции сибирского горного козла на 2022 год для российской части Алтае-Саянского экорегиона оценивается в 3 000 – 4 000 особи [6].

В рамках программы по сохранению редких и исчезающих видов животных в Республике Алтай в Кош-Агачском районе в 2010 году был создан национальный парк «Сайлюгемский». Территория парка состоит из трех отдельных кластеров: «Сайлюгем», «Уландрык» и «Аргут». Два первых участка расположены рядом на северном макросклоне хребта Сайлюгем. Южной границей участков является государственная граница России и Монголии. Участок «Аргут» находится на отрогах Катунского и Северо-Чуйского хребтов рядом с государственной границей РФ и Казахстана (рисунок 1) [7]. Участок Аргут значительно увлажнен, в связи с чем в нем представлены практически все высотные растительные пояса, алтайские горные бараны на данной территории не встречаются.

Преобладающими видами сельскохозяйственных животных в Республике Алтай являются козы и овцы. Мелкий рогатый скот традиционно выпасался на территории национального парка «Сайлюгемский» ещё до создания охранной зоны, поэтому хозяйственная деятельность в данной области разрешена в частном порядке. Существуют летние и зимние стоянки. На кластере Аргут расположены только зимние. Переходы животными совершаются на небольшие расстояния, летом скот стоит в предгорной части на возвышенностях до осени, зимой в результате снежного покрова пастухи спускаются в долины. Также осенью проводится дегельминтизация животных с помощью инъекционной формы эприномектина в дозе согласно официальной инструкции (200 мкг действующего вещества на 1 кг массы).

У мелкого рогатого скота проводились и проводятся паразитологические исследования в Кош-Агачском районе и других районах Республики Алтай. Информации о паразитофауне сибирских горных козлов и алтайских горных баранов со стороны России ограниченное количество.

Изучение перекрестной инвазии между сибирскими горными козлами и мелким рогатым скотом проводилось в Сайлюгемском национальном парке в 2016 году В. Г. Луницыным и др. Несмотря на давность исследования, предоставляется

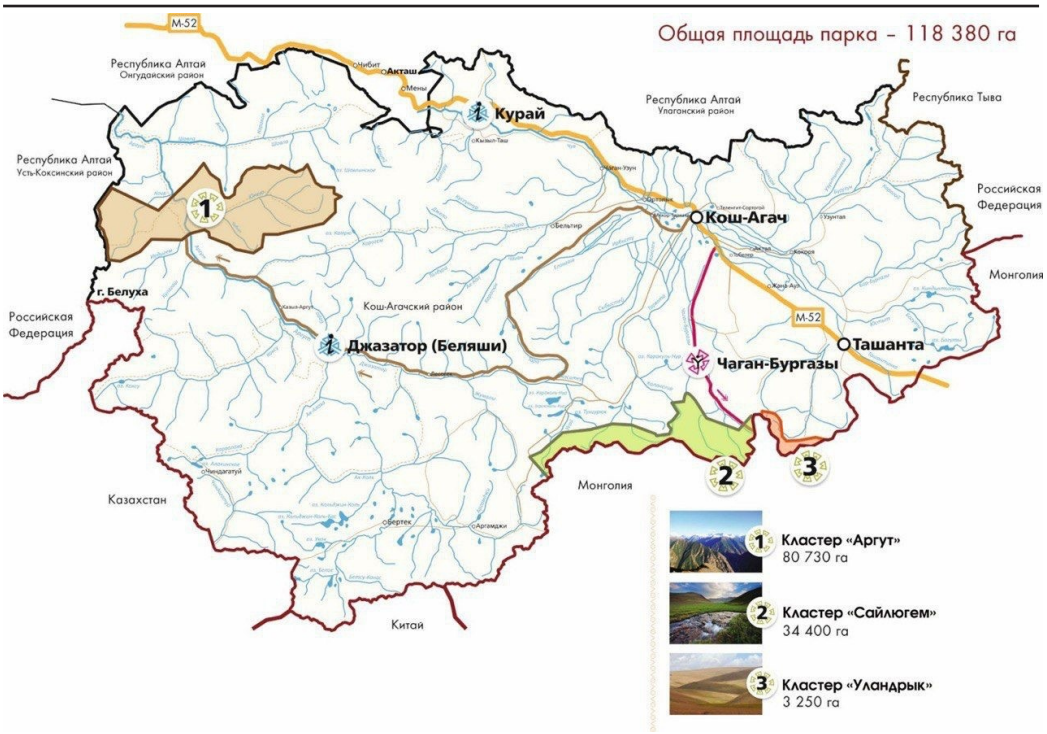


Рис.1 – Карта национального парка «Сайлюгемский» [7]

возможность сравнить наши результаты с данными авторов [8].

Цель настоящей работы – изучить на территории национального парка «Сайлюгемский» эндопаразитофауну диких полорогих, а также мелкого рогатого скота гельминтоовоскопическим и гельминтолярвоскопическим методами, проанализировать перекрестную эндопаразитарную инвазию между ними.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

С октября по декабрь 2021 года сотрудниками Сайлюгемского национального парка проводился учет численности аргали (O. a. ammon) в наиболее активную фазу гона, когда часть самцов совершает переход с территории Монголии и примыкает к основным стадам, состоящим из самок и ягнят. Основная численность и плотность аргали установлена в восточной части Сайлюгемского хребта кластер Сайлюгем (ур. Баян-Чаган, Малые и Большие Шибеты, Аксай,) и кластер Уландрык [1]. В этот период на данных территориях были собраны пробы фекалий от архаров в количестве 73 образцов в местах пастьбы и лежек. Из-за сложности рельефа, погодных условий и осторожности животных не всегда возможно определить возраст и принадлежность пола, особенно при сборе фекалий, поэтому в своих работах мы не разделяем пробы по половозрастной принадлежности. Приблизительная численность аргали на данных территориях насчитывается около 1812 особей на момент подсчета 2021 года [3]. Точных данных предоставить невозможно, в связи с мигрирующим образом жизни животных.

С февраля по март 2022 года проводился учет численности снежного барса, а также сибирских горных козлов на кластере Аргут. На данных территориях аргали не встречаются в связи с природными характеристиками местности, численность же сибирских горных козлов (C. sibirica) насчитывает около 1157 особей,

но из-за погодных условий данная цифра не может быть использована при оценке всей группировки горных козлов в Аргуте [9]. На данной территории было отобрано 47 проб фекалий от сибирских горных козлов. Отбор проб проводился в окрестностях реки Аргут, Сарыбель, ур. Сепь, Ело, Аксай и Кара-Су. Пробы от горных козлов собирались в местах пастьбы и лежек животных, после предварительного подсчета особей.

У мелкого рогатого скота пробы фекалий собирались на кластере Аргут в количестве 31 образца в местах их пересечения с сибирскими горными козлами. На данный момент на участке Аргут имеется одна стоянка, численность мелкого рогатого скота насчитывается до 100 особей.

Лабораторные исследования проводили согласно методам диагностики гельминтозов ГОСТ Р 54627-2011 в лаборатории по изучению паразитарных болезней животных при кафедре паразитологии им. В. Л. Якимова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Для изучения зараженности животных гельминтами применяли методы гельминтоовоскопии флотацией по Дарлингу, а также с помощью седиментации (для обнаружения яиц с малым и большим удельным весом) и гельминтолярвоскопии по методу Вайда. Подсчет среднего числа яиц проводили при помощи счетной камеры ВИГИС (ВНИИП им. К. И. Скрябина).

Идентификация гельминтов и протист производилась по морфологическим признакам с помощью микроскопа Primo Star (Carl Zeiss, Германия). Определение линейных размеров паразитов получали по фотоснимкам с помощью программы Figi/ImageJ (National Institutes of Health, США) с предварительной калибровкой по объект-микрометру ОМП (ЛОМО, Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

У диких полорогих из 120 исследованных проб и у мелкого рогатого скота из 31 пробы были обнаружены эндопаразиты, относящиеся к четырем крупным таксономическим группам: протистам, трематодам, цестодам и нематодам. Экстенсивность инвазии (ЭИ) устанавливали путем определения процента зараженных от общего числа исследованных животных. В таблице 1 представлены результаты ЭИ эндопаразитами у диких полорогих и мелкого рогатого скота.

У диких полорогих из группы нематод установлена инвазия яйцами рода Trichuris, также обнаружены яйца желудочно-кишечного тракта нематод отряда Strongylida, в том числе рода Marshallagia, Nematodirella, Nematodirus spp., были зарегистрированы личинки нематод рода Protostrongylus (личинка L1 без дорсального шипика), хотя на данный момент мы не можем однозначно опираться только на морфологические признаки в связи с обнаруженным впервые в России Orthostrongylus у северных оленей в 2020 году, но для данного подтверждения необходим генетический анализ [10]. У сибирских горных козлов также были обнаружены личинки протостронгилидного типа, по хвостовому концу мы не можем исключить личинки рода Neostrongylus, Cystocaulus. По морфологическим и морфометрическим признакам у горных козлов были найдены круглые темные яйца аскаридного типа, которые имели плотную, толстую оболочку. Средний диаметр объектов составлял 84 на 77 мкм. Личинка в яйцах отсутствует, это может быть связано с неоплодотворёнными, погибшими яйцами, либо яйцами находящихся на ранней стадии развития. Информации о регистрируемых яйцах аскаридного типа у сибирских горных козлов и алтайских горных баранов нет, поэтому встречающиеся круглые темные яйца у горных козлов, сходные с таковыми у мелкого рогатого скота (к ним относятся Ascaris ovis и Toxocara vitulorum [11]), предварительно, относим к аскаридному типу.

Из группы трематод у диких полорогих обнаружены яйца вида Hasstilesia ovis, у сибирских горных козлов – рода Dicrocoelium sp. Из группы цестод были выявлены яйца рода Moniezia sp. Из группы протистов найдены ооцисты рода Ei-

Таблица 1

ЭИ обнаруженными эндопаразитами у диких полорогих и мелкого рогатого скота

	Дикие полорогие			Мелкий рогатый скот
	Алтайский горный баран		Сибирский горный козел	
Территория	Кластер Сайлюгем	Кластер Уландрык	Кластер Аргут	Кластер Агут
Животные				
Кол-во обследованных проб	64	9	47	31
Эндопаразиты:	Число зараженных, (ЭИ%)			
Eimeria sp.	54 (84.4)	7 (77,8)	28 (59,6)	20 (64,5)
Protostrongylus sp.	48 (75,0)	6 (66,7)	20 (42,6)	1 (3,2)
Dicrocoelium lanceatum	-	-	5 (10,6)	-
Nematodirus spp.	31 (48,4)	4 (44,4)	8 (17,0)	4 (12,9)
яйца стронгилидного типа	2 (3,1)	2 (22,2)	3 (6,4)	15 (48,3)
Marshallagia sp.	8 (12.5)	2 (22,2)	4 (8,5)	2 (6,4)
Moniezia sp.	10 (15,6)	2 (22,2)	3 (6,4)	4 (12,9)
Nematodirella spp.	18 (28,1)	-	3 (6,4)	-
Trichuris sp.	20 (31,3)	-	2 (4,3)	4 (12,9)
Hasstilesia ovis	3 (4,7)	2 (22,2)	3 (6,4)	4 (12,9)
Toxocara vitulorum	-	-	1 (2,1)	3 (9,7)
Strongyloides sp.	-	-	-	7 (22,5)
Личинка протострон-гилидного типа	-	-	4 (8,5)	-

meria spp., в том числе были зарегистрированы эймерии, отличающиеся от остальных толстой оболочкой желто-коричневого цвета, а также бóльшим диаметром, который варьировался от 42-49*38-40 мкм, по морфологическим признакам сходные с простейшими вида E. intricata.

У мелкого рогатого скота в отличие от диких полорогих были обнаружены нематоды рода Strongyloides sp. Зараженность мелкого рогатого скота нематодой рода Protostrongylus spp. значительно ниже, чем диких полорогих, а яйца стронгилидного типа встречались чаще. Также не было найдено яиц аскаридного типа, трематод рода Dicrocoelium sp., а также простейших сходных с видом E. intricata. В остальном паразитофауна была сходной с таковой у диких полорогих. На рисунке 2,3 представлена ЭИ обнаруженными эндопаразитами у исследуемых животных кластера Аргут в виде графика.

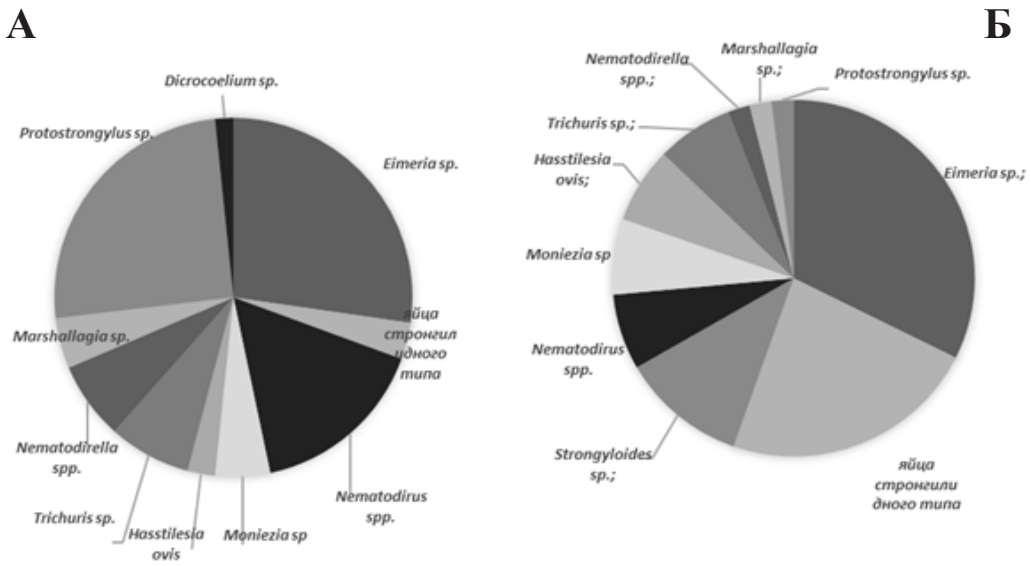


Рис. 2 – Сравнительная ЭИ эндопаразитами у исследуемых животных кластера Аргут: А – сибирские горные козлы; Б – мелкий рогатый скот

Таблица 2

ИИ обнаруженных эндопаразитов мелкого рогатого скота на 1 г фекалий

Территория	Нац. парк кл. Аргут	Нац. парк кл.Сайлюгем	Нац. парк кл. Уландрык	Нац. парк кл. Аргут
Исследуемые животные	Сибирские горные козлы	Алтайские горные бараны		Мелкий рогатый скот
Eimeria spp.	15-27	17-23	20-25	16-33
Яйца стронгилидного типа	8-12	10-15	10-14	26-37
Strongyloides sp.	—	—	—	1-4
Nematodirus spp.	2-5	2-7	3-5	6-12
Moniezia sp.	3-10	5-10	4-12	3-5
Hasstilesia ovis	5-7	1-6	4-12	2-6
Trichuris sp.	1-3	1-4	—	2-4
Ascaris ovis	3	—	—	—
Nematodirella spp.	1-4	1-3	—	1-3
Marshallagia sp.	2-3	2-5	1-4	2-5
Protostrongylus spp.	15-23	18-25	16-18	1
личинка протостронгилидного типа	2-4	—	—	—

Интенсивность инвазии (ИИ) определяли при подсчете всех гельминтов и простейших при помощи счетной камеры ВИГИС (ВНИИП им. К. И. Скрябина). Стоит отметить, что ИИ у диких полорогих и у мелкого рогатого скота во всех случаях относилась к низкой степени инвазированности (то есть не более 10 экз. трематод или не более 100 экз. цестод/нематод на 1 г фекалий дефинитивного хозяина). В таблице 4 представлена ИИ исследуемых животных.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Помимо регистрации инвазии личинками семейства Protostrongylidae с ЭИ 64,9 %, из которых Protostrongylus sp. имеет ЭИ 61,6 % в нашем исследовании у диких полорогих, и низкую ЭИ у мелкого рогатого скота (4,7 %), в исследованиях домашних овец Марченко В. А. и Ефремовой Е. А. (2009-2016гг.) в Юго-Восточном Алтае были обнаружены личинки семейства Protostrongylidae с наиболее низкой ЭИ в сравнению с другими областями Республики Алтай 15,5 % [12]. Также в исследованиях Байтурсинова К. К. (2008) в Казахстане у сибирских горных козлов и архаров были зарегистрирована инвазия паразитов рода Protostrongylus [13].

По результатам Ефремовой Е. А. и Марченко В. А у домашних овец преобладали стронгилята, на втором месте нематодиры [12], что коррелирует с нашими результатами. В исследованиях В. Г. Луницына и др. (2017) в национальном парке «Сайлюгемский» у сибирских горных козлов и мелкого рогатого скота были обнаружены желудочно-кишечные стронгилятозы, а также нематодироз. Мониезиоз был зафиксирован только у горных козлов. Эймерии были обнаружены лишь у мелкого рогатого скота [8]. В наших исследованиях мониезиоз и эймериоз был зарегистрированы у диких и домашних представителей. Sharkhuu Tuya (2001) в своем исследовании отмечает, что к общим для диких и домашних жвачных гельминтам Монголии относят мониезий, маршаллагий, нематодирелл, некоторые виды протострогил и др., что подтверждается и нашими исследованиями [14]. Мониезиоз отмечался также К.К. Байтурсиновым и в Казахстане, там же широко распространены нематоды родов Nematodirus, Marshallagia, Nematodirella и др. [13].

Несмотря на отсутствие возможности разделить диких полорогих животных по половозрастному составу при сборе проб фекалий (количество проб фекалий мелкого рогатого скота было меньше, чем у диких полорогих), мы наблюдаем общность эндопаразитокомплекса между дикими и домашними животными, что может свидетельствовать о возможности взаимообмена между ними. У обоих представителей ово- и лярвоскопическими методами были обнаружены эндопаразиты, относящиеся к четырем крупным таксономическим группам: протистам, трематодам, цестодам и нематодам. При этом ИИ во всех случаях относилась к низкой степени инвазированности. Мы не можем экстраполировать всю паразитарную ситуацию для всех диких животных в связи с тем, что у нас не представляется возможным вскрытие павших животных в результате отсутствия возможности круглогодичного наблюдения (сложность рельефа, площадь охватываемых территорий, дальность переходов). Также имеются основания предполагать, что исследования проб фекалий у ослабленных особей происходит значительно реже при сравнении с сельскохозяйственными животными, так как именно они являются желаемой добычей для хищников. Также стоит отметить момент плановой обработки сельскохозяйственных животных эприметином, что также влияет на паразитарную нагрузку домашних животных. Однако полученная информация помогает нам разобраться в эндопаразитокомплексе редких видов животных и мелкого рогатого скота на сопредельных территориях.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность Маликову Денису Григорьевичу, директору ФГБУ «Национальный парк «Сайлюгемский» (Республика Алтай,

Россия) и сотрудникам парка за сотрудничество и помощь в получении материала.

ENDOPARASITOFAUNA OF ALTAI GOATS (OVIS AMMON AMMON), SIBERIAN GOATS (CAPRA SIBIRICA), AND SMALL CATTLE IN SAILYUGEMSKY NATIONAL PARK, ALTAI REPUBLIC

Chuprak D. I.[1],* – Post-graduate student of the Department of Parasitology. V. L. Yakimova (ORCID: 0000-0002-8001-0203), **Belova L. M.** [1] – Doctor of Biol. sciences, head. Department of Parasitology. V. L. Yakimova (ORCID 0000-0003-4473-1940), **Kuzhlekov A. O.** [2] – Researcher of the Department of Science, Tourism and Recreational Activities of the Federal State Budgetary Institution (ORCID: 0009-0009-1932-501X)

[1] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine",

[2] Federal State Budgetary Educational Institution "Sailugemsky National Park"

ABSTRACT

The theriofaunal list of wild bovids of the South-Eastern Altai includes the Altai mountain sheep (Ovis ammon ammon), as well as the Siberian mountain goat (Capra sibirica). The predominant types of farm animals in the Altai Republic are goats and sheep. Parasite fauna and the interchange between wild bovids and small cattle in these areas is not well understood. Samples were taken by employees of the Sailyugemsky National Park. At the department, V.L. Yakimov, ovoscopic and larvoscopic research methods were carried out. The calculation of the average number of eggs was carried out using a VIGIS counting chamber (VNIIP named after K.I. Skryabin). According to the results obtained, an analysis of cross-invasion was carried out. In wild bovids from 120 samples studied and in small cattle from 31 samples, endoparasites belonging to four large taxonomic groups were found: protists, trematodes, cestodes, and nematodes. In wild bovids from the group of nematodes, invasion with eggs of the genus Trichuris was established, according to morphological and morphometric characteristics, eggs of the ascarid type were found, eggs of nematodes of the order Strongylida, the genus Marshallagia, Nematodirella, Nematodirus spp., as well as larvae of the genus Protostrongylus were also found. From the group of trematodes, eggs of the species Hasstilesia ovis, as well as Dicrocoelium sp. From the group of cestodes, eggs of the genus Moniezia sp. From the group of protists, oocysts of the genus Eimeria spp. In small cattle, in contrast to wild bovids, nematodes of the genus Strongyloides sp. The number of cases of detection in small cattle of the nematode of the genus Protostrongylus sp. significantly lower than in wild bovids, and eggs of the strongylid type were more common. Also, no eggs of the trematode of the genus Dicrocoelium sp. Otherwise, the endoparasite fauna was similar to wild bovids. This study will help to compile a complete picture of the parasite fauna and cross-invasion of wild bovids and small cattle.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кужлеков, А. О. Результаты зимнего учёта алтайского горного барана (Ovis Ammon Ammon, L) в Горном Алтае на территории национального парка «Сайлюгемский» / А. О. Кужлеков, А. В. Анчин, Д. Г. Маликов // Материалы V международной научно-практической конференции. – Иркутск. - 2016. - С. – 226 – 230.

2. Маликов, Д. Г. К изучению распространения, численности и половозрастного состава алтайского горного барана Ovis ammon ammon (L.) в национальном парке «Сайлюгемский» и на сопредельных участках/ Маликов Д. Г., Спицын С. В// труды Тигирекского заповедника, Вып.7. 2015. - С. – 280-281.

3. Спицын, С. В. Результаты осеннего учёта алтайского горного барана (аргали) в трансграничной зоне России и Монголии в 2021 г. проблемы и перспективы сохранения популяции/ Спицын С. В., Куксин А. Н., Кужлеков А. О., Гуляев Д. И., Мунхтогтох О., Сэргэлэн Э.// полевые исследования в Алтайском биосферном заповеднике. Вып. 4. 2022 г С. – 88-97

4. Интерфакс, Россия, WWF приветствовал решение главы Республики Алтай о закрытии охоты на козероговURL: https://www.interfax-russia.ru/siberia/main/wwf-privetstvoval-reshenie-glavy-respubliki-altay-o-zakrytii-ohoty-na-kozerogov (дата обращения: 21.10.2022, дата публикации: 29 июля 2022 г. 12:47)
5. Международный союз охраны природы, актуальность базы данных 04.01.2020 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.iucnredlist.org/ 05.06.2023.
6. Исаев, А. А. Моделирование распространения Capra sibirica (Pallas, 1776) в российской части Алтае - Саянского экорегиона / А. А. Исаев, Р. Г. Афанасьев // Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов : Материалы национальной конференции с международным участием в рамках XI международной научно-практической конференции, Молодежный, 25–29 мая 2022 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 153-160.
7. Министерство природных ресурсов и экологии Российской федерации / Национальный парк «Сайлюгемский» URL: www.sailugem.ru (дата обращения 08.10.2022). – Текст: электронный
8. Гельминтофауна диких и домашних парнокопытных национального парка «Сайлюгемский» / В. Г. Луницын, В. И. Михайлов, М. Ю. Тишков [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4. – С. 131 -134. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gelmintofauna-dikih-i-domashnih-parnokopytnyh-natsionalnogo-parka-saylyugemskiy (дата обращения: 01.08.2023).
9. Мониторинг снежного барса и копытных животных на территории Национального парка «Сайлюгемский» и сопредельных участках / Отчет Национальный парк «Сайлюгемский». – Горно-Алтайск. - 2021. – 14 с.
10. Loginova O. A. First report of Orthostrongylus sp. (Nematoda: Protostrongylidae) in wild reindeer (Rangifer tarandus) from the Taimyr, Russia: Nearctic parasites in a Palearctic host / Olga A. Loginova, Leonid A. Kolpashchikov, Sergey E. Spiridonov // Parasitology Research. - 2023. - №122. – pp. 685–689 DOI: 10.1007/s00436-022-07754-7
11. Yijun, C. The mitochondrial genome of the sheep roundworm Ascaris ovis (Ascaridida: Nematoda) from Southwest China / Yijun Chen, Lidan Wang, Xuan Zhou,a Renyong Tang, Yingxin Li, Yunjian Liu, Yue Xiea // Mitochondrial DNA B Resour. – 2021. - № 6(2). – pp. 410–412. doi: 10.1080/23802359.2020.1870883
12. Ефремова, Е. А. Гельминты подотряда Strongylata овец и особенности их территориального распределения в Республике Алтай/ Е. А. Ефремова, В. А. Марченко // журнал Ветеринарный врач, 2017 С.53-59.
13. Байтурсинов, К. К. Экологические основы профилактики гельминтозов диких копытных животных в условиях Казахстана // Российский паразитологический журнал. - 2008. - №1. - С. 1-7.
14. Sharkhuu, T. Helminths of goats in Mongolia / T. Sharkhuu // Veterinary Parasitology. – 2001. – №101. – pp. 161–169. DOI: 10.1016/s0304-4017(01)00508-8

REFERENCES

1. Kuzhlekov, A. O. Results of the winter count of the Altai mountain sheep (Ovis Ammon Ammon, L) in the Altai Mountains on the territory of the Sailyugemsky National Park / A. O. Kuzhlekov, A. V. Anchin, D. G. Malikov / / Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. - Irkutsk. - 2016. - pp. - 226 - 230.
2. Malikov, D. G. To the study of the distribution, abundance and sex and age composition of the Altai mountain sheep Ovis ammon ammon (L.) in the Saylyugemsky National Park and adjacent areas / Malikov D. G., Spitsyn S. V // Proceedings Tigirek Reserve, Issue 7. 2015. - pp. - 280-281.
3. Spitsyn, S. V. Results of the autumn census of the Altai mountain sheep (argali) in the transboundary zone of Russia and Mongolia in 2021. Problems and prospects for the conservation of the population / Spitsyn S. V., Kuksin A. N., Kuzhlekov A. O., Gul-

yaev D. I., Munkhtogtokh O., Sergelen E.// field research in the Altai Biosphere Reserve. Issue. 4. 2022 pp. - 88-97
4. Interfax, Russia, WWF welcomed the decision of the head of the Altai Republic to close the hunting of ibex na-kozerogov (Date of access: 21/10/2022, date of publication: 29 July 2022 12:47)
5. International Union for Conservation of Nature, the relevance of the database 04.01.2020 [Electronic resource] – Access mode: https://www.iucnredlist.org/ 06/05/2023.
6. Isaev, A. A. Modeling the distribution of Capra sibirica (Pallas, 1776) in the Russian part of the Altai-Sayan ecoregion / A. A. Isaev, R. G. Afanasiev // Protection and rational use of animal and plant resources: Proceedings of the national conference with international participation within the framework of the XI international scientific and practical conference, Youth, May 25–29, 2022. - Youth: Irkutsk State Agrarian University. A.A. Yezhevsky, 2022. - S. 153-160. – EDN MHRCF.URL: https://elibrary.ru/ item.asp?id=4922248
7. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation / Saylyugemsky National Park URL: www.sailugem.ru (Accessed 08.10.2022). – Text: electronic
8. Lunitsyn V. G., Mikhailov V. I., Tishkov M. Yu. [et al.] Helminth fauna of wild and domestic artiodactyls of the Saylyugemsky National Park // Bulletin of the Altai State Agrarian University. - 2017. - No. 4. - pp. 131-134.
9. Monitoring of the snow leopard and ungulates on the territory of the Sailyugemsky National Park and adjacent areas / Sailyugemsky National Park Report. - Gorno-Altaisk. - 2021. - 14 p.
10. Loginova O. A. First report of Orthostrongylus sp. (Nematoda: Protostrongylidae) in wild reindeer (Rangifer tarandus) from the Taimyr, Russia: Nearctic parasites in a Palearctic host / Olga A. Loginova, Leonid A. Kolpashchikov, Sergey E. Spiridonov // Parasitology Research. - 2023. - №122. – pp. 685–689. DOI: 10.1007/s00436 -022-07754-7
11. Yijun, C. The mitochondrial genome of the sheep roundworm Ascaris ovis (Ascaridida: Nematoda) from Southwest China / Yijun Chen, Lidan Wang, Xuan Zhou,a Renyong Tang, Yingxin Li, Yunjian Liu, Yue Xiea // Mitochondrial DNA B Resour. – 2021. - № 6(2). – pp. 410–412/ doi: 10.1080/23802359.2020.1870883
12. Efremova, E. A. Helminths of the suborder Strongylata of sheep and features of their territorial distribution in the Republic of Altai / E. A. Efremova, V. A. Marchenko // journal Veterinary doctor, 2017 pp. 53-59.
13. Baitursinov, K. K. Ecological bases for the prevention of helminthiases in wild ungulates in Kazakhstan // Russian Journal of Parasitology. - 2008. - No. 1. - S. 1-7/
14. Sharkhuu, T. Helminths of goats in Mongolia / T. Sharkhuu // Veterinary Parasitology. – 2001. – №101. – pp. 161–169. DOI: 10.1016/s0304-4017(01)00508-8

ФАРМАКОЛОГИЯ, ТОКСИКОЛОГИЯ, ФАРМАЦИЯ

УДК: 612.354:616-092.9:57.044
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.94

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ СТРЕСС У ЖИВОТНЫХ ПРИ ВОЗДЕЙ-СТВИИ ЦИПЕРМЕТРИНА: МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ И ВОЗМОЖНЫЕ РИСКИ

Герунов Т.В.[1] * – д-р. биол. н., заместитель директора по науке, доц. (ORCID: 0000-0002-5594-2666), **Чигринский Е.А.**[2] – к. биол. н., доц. кафедры биохимии, доцент (ORCID: 0000-0002-0844-4090), **Герунова Л.К.**[1] – д-р. вет. н, проф. кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства, проф. (ORCID: 0000-0003-0835-9352).

[1] ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»; [2] ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России

*tv.gerunov@omgau.org

Финансирование: работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (МД-2435.2022.5.).

Ключевые слова: *биохимия печени, окислительный стресс, антиоксидантная система, циперметрин, иммуносупрессия.*

***Key words*:** *liver biochemistry, oxidative stress, antioxidant system, cypermethrin, immunosuppression*

Поступила: 30.04.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Работа проведена с использованием крыс линии Вистар, которым ежедневно внутрижелудочно вводили циперметрин в дозе 1/1000 ЛД50 в течение 60 и 120 суток. При этом контрольные животные получали внутрь соответствующий объем физраствора. При выведении животных из опыта брали кровь для определения количества эритроцитов, концентрации гемоглобина, глюкозы, молочной и мочевой кислот, а также общего билирубина. При исследовании эритроцитов и печени определяли биохимические показатели, характеризующие углеводный и пуриновый обмен, процессы биотрансформации ксенобиотиков, про- и антиоксидантные процессы. Длительное низкодозовое воздействие циперметрина в течение 60 суток вызывает у животных гематотоксические эффекты, усиление процессов биотрансформации ксенобиотиков и незначительную компенсаторную перестройку метаболических процессов в печени. Воздействие 1/1000 ЛД50 циперметрина в течение 120 суток кроме выше названных эффектов вызывает развитие ацидоза, усиливает прооксидантные процессы, подавляет функцию антиоксидантной системы и гексозомонофосфатного пути превращения глюкозы. Снижение активности антиоксидантной системы печени обусловлено дефицитом глутатиона вследствие активации систем биотрансформации ксенобиотиков и подавления активности глутатионредуктазы и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, что в конечном итоге приводит к развитию окислительного стресса. Длительное воздействие

на организм животных низких доз циперметрина вызывает гемолиз эритроцитов, лактоацидоз, активацию прооксидантных систем и угнетение функции антиоксидантной системы. Дефицит углеводов и подавление активности гексозомонофосфатного пути превращения глюкозы свидетельствуют о снижении функциональной активности печени и повышении риска иммуносупрессии.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

В современном мире проблема обеспечения населения продуктами питания является важным экологическим, социальным и политическим фактором [1]. Одним из основных условий увеличения производства сельскохозяйственной продукции является широкое использование химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, что значительно повышает урожайность сельскохозяйственных угодий [2]. Интенсивные технологии в животноводстве требуют большого количества инсектоакарицидов для обработки животноводческих помещений и борьбы с эктопаразитами животных, наносящими существенный экономический ущерб за счет снижения продуктивности и гибели сельскохозяйственных животных, а также затрат на их лечение [3]. Особое место среди инсектоакарицидов занимают синтетические пиретроиды, которые широко используются не только в растениеводстве и животноводстве [4], но и для обработки природных биотопов с целью предупреждения распространения природно-очаговых инфекций [5]. Это порождает целый ряд экологических и социальных проблем. Отмечая высокий экономический эффект от применения пиретроидов, нельзя забывать о повышении санитарно-гигиенической опасности, связанной с загрязнением их остатками сельскохозяйственной продукции, источников водоснабжения, лесных биотопов [6]. В связи с этим перед наукой и практикой стоит задача решения целого ряда фундаментальных и прикладных проблем, связанных с общей экологизацией защиты животных, в том числе оптимизацией применения инсектоакарицдов с учетом снижения их опасности для человека и окружающей среды [7].

Циперметрин – один из наиболее широко используемых синтетических пиретроидов. Высокая инсектицидная активность, продолжительное защитное действие при низких нормах расхода способствуют его активному продвижению на мировой рынок [8, 9]. Однако длительное сохранение циперметрина в объектах окружающей среды представляет потенциальную опасность для людей и животных: в супесчаной и суглинистой почве он сохраняется в течение 2-4 недель после применения, а в глинистой почве – до 10 недель [10], что повышает риск длительного низкодозового воздействия на нецелевые объекты. Некоторые авторы отмечают низкую селективность циперметрина и его нежелательные эффекты для человека и теплокровных животных [11, 12]. Вызываемый синтетическими пиретроидами окислительный стресс [13] можно рассматривать как типовой патологический процесс, являющийся элементом патогенеза дисфункции разных органов и систем, в том числе иммунной системы [14]. Это принципиально важно учитывать в промышленном животноводстве при профилактике инфекционных заболеваний.

Цель работы – установить механизмы развития окислительного стресса при длительном низкодозовом воздействии циперметрина на организм животных и обосновать возможные риски.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Для проведения эксперимента было сформировано 4 группы (n=15) из 60 крыс-самцов линии Вистар с массой тела 230-250 г. Крысы 1-й и 3-й групп были контрольными, им ежедневно вводили в желудок физиологический раствор. Животным 2-й и 4-й групп ежедневно вводили внутрь циперметрин в дозе 0,275 мг/кг, что составляет 1/1000 $ЛД_{50}$. Животных выводили из эксперимента в два этапа: крыс 1-й и 2-й групп – через 60 суток, 3-й и 4-й – через 120 суток после начала опы-

та. В ходе эксперимента использовали препаративную форму циперметрина под торговым названием «Шарпей» (производитель ЗАО Фирма «Август», Россия). Во время опытов и в процессе выведения животных из эксперимента соблюдали требования Директивы 2010/63/EU (от 22 сентября 2010 года) по охране животных, используемых в научных целях. Перед выведением животных из опыта прижизненно под наркозом брали кровь и печень. Кровь центрифугировали, из эритроцитарной массы готовили гемолизаты, а из печени – гомогенаты. В цельной крови определяли количество эритроцитов и концентрацию гемоглобина, в сыворотке крови – концентрацию глюкозы, молочной и мочевой кислот, а также содержание общего билирубина унифицированными методами исследования. В гемолизатах эритроцитов определяли содержание общего белка, малонового диальдегида (МДА), глутатиона и активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г6ФДГ). В гомогенатах печени определяли содержание общего белка, гликогена и мочевой кислоты общепринятыми методами, а также малонового диальдегида (МДА), глутатиона, активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г6ФДГ), микросомальной оксигеназы, глутатион-S-трансферазы (ГST), глутатионпероксидазы (ГПО) и глутатионредуктазы (ГР). Результаты исследования обрабатывали с помощью программы «Statistica» (v. 10, StatSoft, USA). Группы сравнивали с использованием *t*-критерия Стьюдента. Результаты представлены как $M \pm SD$ – среднее арифметическое ± стандартное отклонение. Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Воздействие низких доз циперметрина в течение 60 суток вызывает у животных статистически значимое снижение количества эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови (табл. 1). Причиной этого может быть усиление липопероксидации мембран эритроцитов, что подтверждается накоплением в них МДА и снижением концентрации глутатиона (табл. 1). В указанный период отмечается тенденция к увеличению содержания общего билирубина в сыворотке крови и развитию гипогликемии (табл. 1). При этом происходит усиленный гликогенолиз. Концентрация гликогена в печени у крыс 2-й группы на 24,1% ниже контроля (табл. 2).

Ежедневное поступление циперметрина в организм животных в течение 60 суток вызывает повышение активности микросомальных оксигеназ и ГST (табл. 2). Последний фермент способствует конъюгации глутатиона с циперметрином и его метаболитами, что ведет к повышению растворимости пестицида [15] и ускоряет его выведение из организма, препятствуя депонированию в различных тканях. Токсичность циперметрина снижается, но при этом отмечается дефицит глутатиона в печени (табл. 2). Снижение содержания глутатиона также связано с усилением свободнорадикальных процессов. Известно, что циперметрин, как и другие пиретроиды, провоцирует усиленную генерацию свободных радикалов [13]. Однако интенсивность прооксидантных процессов через 60 суток не выражена. Это подтверждается отсутствием высокого уровня МДА в печени и сопоставимой с контролем активностью антиоксидантных ферментов (ГПО и ГР) (табл. 2).

Воздействие циперметрина в течение 120 сут вызывает более выраженные изменения метаболизма. При этом сохраняются пониженные уровни эритроцитов и гемоглобина (табл. 1). Вследствие гемолиза эритроцитов отмечается увеличение концентрации общего билирубина в крови (табл. 1). Гемолизу эритроцитов способствует угнетение антиоксидантной системы, о чем свидетельствует дефицит глутатиона в эритроцитах (табл. 1). Усугубляется это снижением активности Г6ФДГ – ключевого фермента гексозомонофосфатного пути превращения глюкозы, что ведет к снижению продукции НАДФН+Н+, необходимого для восстановления глутатиона и других неферментативных антиоксидантов [16].

Таблица 1

Изменение показателей крови у крыс при длительном низкодозовом воздействии циперметрина, *M±SD*

Показатель	60 суток		120 суток	
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Цельная кровь				
Количество эритроцитов, $\times 10^{12}$/л	8,64±0,68	7,59±0,93 p=0,001	9,09±0,85	7,84±0,96 p=0,001
Гемоглобин, г/л	147,0±13,6	131,0±13,7 p=0,003	138,0±11,8	126,0±12,6 p=0,008
Сыворотка крови				
Глюкоза, мг/дл	119,0±14,1	108,0±17,3 p=0,058	126,0±23,4	101,0±14,6 p=0,002
Молочная кислота, мг/дл	60,7±13,2	64,2±10,5 p=0,423	59,6±8,47	73,1±9,46 p<0,001
Мочевая кислота, мг/дл	1,35±0,32	1,46±0,77 p=0,288	1,37±0,27	1,65±0,28 p=0,008
Общий билирубин, мг/дл	0,15±0,05	0,18±0,05 p=0,095	0,17±0,04	0,23±0,04 p=0,002
Эритроциты				
Малоновый диальдегид, нмоль/мг белка	3,28±1,32	5,53±1,85 p=0,002	3,04±1,35	5,68±1,41 p=0,001
Глутатион, нмоль/мг белка	9,40±1,34	6,35±1,11 p<0,001	9,72±2,00	5,29±1,28 p<0,001
Глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, Ед./мг белка	11,0±2,56	9,92±1,94 p=0,241	10,3±2,06	7,02±1,86 p=0,001

В сыворотке крови крыс 4-й группы отмечается статистически значимое снижение уровня глюкозы на фоне увеличения содержания молочной и мочевой кислот (табл. 1). Это указывает на развитие тканевой гипоксии в результате снижения поступления в ткани O_2, что является прямым следствием снижения содержания в крови эритроцитов и гемоглобина. Гипоксия запускает анаэробный гликолиз и способствует интенсификации процессов катаболизма пуринов [17]. При этом содержание мочевой кислоты увеличивается не только в крови, но и ткани печени (табл. 2). Усиление катаболизма пуринов сопряжено с интенсивной выработкой активированных кислородных метаболитов (АКМ) в ксантиноксидазной реакции [16, 18]. АКМ повреждают мембранные структуры гепатоцитов и ведут к накоплению продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), нарушая тем самым многие функции печени. В печени крыс, получавших циперметрин в течение 120 суток, отмечается увеличение содержания МДА в сравнении с контролем (табл. 2).

Интенсификация прооксидантных систем печени ведет к снижению содержания в ней глутатиона (табл. 2). Свой вклад в развитие дефицита глутатиона вносят и ферменты, участвующие в биотрансформации циперметрина. По окончании эксперимента в печени крыс 4-й группы увеличена активность GST и микросомальных оксигеназ, активно расходующих как сам глутатион, так и НАДФН+H^+, необходимый для его восстановления. Снижение активности Г6ФДГ печени усугубляет метаболические нарушения и блокирует восстановление глутатиона в глутатионредуктазной реакции. Ярко выраженный дефицит глутатиона в печени крыс 4-й группы способствует окислению -SH групп фермен-

Таблица 2

Биохимические показатели печени у крыс при длительном низкодозовом воздействии циперметрина, *M±SD*

Показатель	60 суток		120 суток	
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Гликоген, мг/г ткани	46,9±9,71	35,6±6,83 p=0,003	45,5±8,91	30,5±6,04 p<0,001
Мочевая кислота, мкмоль/г ткани	20,1±5,23	24,1±5,41 p=0,094	23,1±6,11	32,8±6,13 p=0,001
Малоновый диальдегид, нмоль/мг белка	84,4±16,20	91,5±23,40 p=0,400	87,1±17,70	114±21,40 p=0,003
Глутатион, нмоль/мг белка	36,4±5,88	28,7±4,34 p=0,001	34,1±5,34	24,7±5,80 p=0,001
Глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, Ед./мг белка	32,4±7,86	27,5±5,25 p=0,086	31,7±9,13	18,9±4,37 p<0,001
Микросомальная оксигеназа, нмоль/мг/мин.	0,558±0,043	0,689±0,127 p=0,003	0,573±0,061	0,723±0,134 p=0,002
Глутатион-S-трансфераза, Ед./мг белка	532,0±167,0	867,0±121,0 p<0,001	572,0±128,0	901,0±157,0 p<0,001
Глутатионпероксидаза, Ед./мг белка	743,0±149,0	633,0±148,0 p=0,083	767,0±107,0	489,0±150,0 p<0,001
Глутатионредуктаза, Ед./мг белка	381,0±94,1	343,0±54,4 p=0,237	422,0±80,9	288,0±73,8 p<0,001

тов, перекисному окислению белков и конверсии ксантиндегидрогеназы в ксантиноксидазу, что приводит к развитию окислительного стресса.

Интенсификация окислительного стресса в печени выступает предвестником нарушений разных функций органа, в том числе иммунонадзорной, поскольку печень участвует не только в метаболических процессах, но и может рассматриваться как орган иммунной системы [19]. Она содержит самый обширный пул фагоцитирующих клеток в организме [20], при этом участвует в продукции 80-90% циркулирующих в крови белков врожденного иммунитета, включая белки острой фазы, компоненты комплемента, бактерицидные белки, опсонины [21]; цитокины и хемокины; содержит большие и разнообразные популяции резидентных иммунных клеток, при этом гепатоциты выполняют антигепрезентирующую функцию [22]. Большое значение имеет иммунная толерантность печени, являющаяся обязательным условием для поддержания толерантности к пищевым и бактериальным антигенам, поступающим из кишечника [19]. Данные обстоятельства позволяют утверждать, что повреждение печени следует рассматривать как предиктор иммунопатологии.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Развитие окислительного стресса при длительном воздействии на организм животных низких доз циперметрина сопровождается гемолизом эритроцитов, лактоацидозом и усиленным катаболизмом пуриновых мононуклеотидов. Подавление активности гексозомонофосфатного пути превращения глюкозы свидетельствует о снижении функциональной активности печени и повышает риск развития иммуносупрессии.

OXIDATIVE STRESS IN ANIMALS EXPOSED TO CYPERMETHRIN: MECHANISMS OF DEVELOPMENT AND POSSIBLE RISKS

Gerunov T.V. [1 *] – Doctor of Biology, Deputy Director of Science, Associate Professor (ORCID: 0000-0002-5594-2666), **Chigrinsky**

E.A. [2] – Candidate of Biology, Associate Professor of the Department of Biochemistry, Associate Professor (ORCID: 0000-0002-0844-4090), **Gerunova L.K.** [1] – Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Di-Agnostics, Internal non–infectious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Professor (ORCID: 0000-0003-0835-9352).

[1] – Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin; [2] – Omsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia

*tv.gerunov@omgau.org

Funding:: the work was carried out within the framework of the grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists (MD-2435.2022.5.).

ABSTRACT

The purpose of the study is to establish the mechanisms of development of oxidative stress during long-term low-dose exposure to cypermethrin on the animal organism and to substantiate possible risks. The work was carried out using Wistar rats, which were intragastrically injected daily with cypermethrin at a dose of 1/1000 LD50 for 60 and 120 days. At the same time, control animals received an appropriate volume of saline solution inside. When removing animals from the experiment, blood was taken to determine the number of red blood cells, the concentration of hemoglobin, glucose, lactic and uric acids, and total bilirubin. In the study of erythrocytes and liver, biochemical parameters characterizing carbohydrate and purine metabolism, processes of xenobiotics biotransformation, pro- and antioxidant processes were determined. Long-term low-dose exposure to cypermethrin for 60 days causes hematotoxic effects in animals, enhancement of xenobiotic biotransformation processes, and slight compensatory restructuring of metabolic processes in the liver. Exposure to 1/1000 LD50 of cypermethrin for 120 days, in addition to the above effects, causes the development of acidosis, enhances pro-oxidant processes, and suppresses the function of the antioxidant defense system and the pentose cycle. The decrease in the activity of the liver antioxidant system is due to glutathione deficiency due to the activation of xenobiotic biotransformation systems and suppression of the activity of glutathione reductase and glucose-6-phosphate dehydrogenase, which ultimately leads to the development of oxidative stress.

Long-term exposure of animals to low doses of cypermethrin causes hemolysis of erythrocytes, lactic acidosis, activation of prooxidant systems, and inhibition of the antioxidant defense system. Deficiency of carbohydrates and suppression of the activity of the pentose cycle indicate a decrease in the functional activity of the liver and an increased risk of immunosuppression.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Fróna, D. The Challenge of Feeding the World / D. Fróna, J. Szenderák, M. Harangi-Rákos // Sustainability. – 2019. – Vol. 11, No 20. – P. 5816.

2. Pathak, V. M. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review / V. M. Pathak, V. K. Verma, B. S. Rawat [et al.] // Front. Microbiol. – 2022. Vol. 13. – P. 962619. doi: 10.3389/fmicb.2022.962619.

3. Герунов Т. В. Проблема резистентности членистоногих к инсектицидным и акарицидным препаратам / Т. В. Герунов, В. И. Дорожкин, А. А. Тарасенко [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2021. – Т. 37, № 1. – С. 91-98. doi 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202101014.

4. Chrustek, A. Current Research on the Safety of Pyrethroids Used as Insecticides / A. Chrustek, I. Hołyńska-Iwan, I. Dziembowska [et al.] // Medicina (Kaunas). – 2018. – Vol. 54, No 4. P. – 61. doi: 10.3390/medicina54040061.

5. Ахметшина, М. Б. О противоклещевых обработках в природных биотопах / М. Б. Ахметшина, Н. И. Шашина, О. М. Германт // Пест-Менеджмент. – 2019. – Т. 112. № 4. – С. 8-11. doi: 10.25732/pm.2020.112.4.002.

6. Chauhan, R. Effect of fruit and vegetable processing on reduction of synthetic pyrethroid residues / R. Chauhan, B. Kumari, M. K. Rana // Rev. Environ. Contam. Toxicol. – 2014. – Vol. 229. – P. 89-110. doi: 10.1007/978-3-319-03777-6_5.

7. Tudi, M. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment / M. Tudi, H. Daniel Ruan, L. Wang [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public. Health. – 2021. – Vol. 18, No 3. – P. 1112. doi: 10.3390/ijerph18031112.

8. Singh, A. K. A current review of cypermethrin-induced neurotoxicity and nigrostriatal dopaminergic neurodegeneration / A. K. Singh, M. N. Tiwari, O. Prakash, M. P. Singh // Curr. Neuropharmacol. – 2012. Vol. 10, No 1. – P. 64-71. doi: 10.2174/157015912799362779.
9. Matsuo, N. Discovery and development of pyrethroid insecticides / N. Matsuo // Proc. Jpn. Acad. Ser. B. Phys. Biol. Sci. – 2019. – Vol. 95, No 7. – P. 378-400. doi: 10.2183/pjab.95.027.
10. Циперметрин: действующие вещества сельскохозяйственных инсектицидов и акарицидов // Пестициды.ru [сайт]. – 2014. – Режим доступа: https://www.pesticidy.ru/active_substance /cypermethrin (дата обращения: 02.09.2023).
11. Saillenfait, A. M. Pyrethroids: exposure and health effects – an update / A. M. Saillenfait, D. Ndiaye, J. P. Sabaté // Int. J. Hyg. Environ. Health. – 2015. – Vol. 218, No 3. – P. 281-292. doi: 10.1016/j.ijheh.2015.01.002.
12. Salimov, Y. Toxic Effects of Pesticides on Human and Animals / Y. Salimov // J. Vet. Med. Animal Sci. – 2021. – Vol. 4, No 1. – P. 1070.
13. Nieradko-Iwanicka, B. How Deltamethrin Produces Oxidative Stress in Liver and Kidney / B. Nieradko-Iwanicka, A. Borzecki // Pol. J. Environ. Stud. – 2016. – Vol. 25, No 3. – P. 1367-1371. doi: 10.15244/pjoes/61818.
14. Nathan, C. Beyond oxidative stress: an immunologist's guide to reactive oxygen species / C. Nathan, A. Cunningham-Bussel // Nat. Rev. Immunol. – 2013. – Vol. 13, No5. – P. 349-361. doi: 10.1038/nri3423.
15. Li, H. Effect of glutathione depletion on Nrf2/ARE activation by deltamethrin in PC12 Cells / H. Li, Wu S., J. Chen [et al.] // Arh. Hig. Rada Toksikol. – 2013. – Vol. 64, No 1. – P. 87-97. doi: 10.2478/10004-1254-64-2013-2251.
16. Zolin, P. P. Postresuscitation purine metabolism disorder and its correction by ribose / P. P. Zolin, V. D. Conway // Pathophysiology. – 1998. – Vol. 5, No S1. – P. 215.
17. Buhl, M. R. Purine metabolism in ischemic kidney tissue / M. R. Buhl // Dan Med Bull. – 1982. Vol. 29, No 1. – P. 1-26.
18. Farthing, D. Effects of salicylic acid on post-ischaemic ventricular function and purine efflux in isolated mouse hearts / D. Farthing, L. Gehr, H.T. Karnes [et al.] // Biomarkers. – 2007. – Vol. 12, No 6. – P. 623-634. doi: 10.1080/13547500701605786.
19. Gao, B. Basic liver immunology / B. Gao // Cell Mol. Immunol. – 2016. – Vol. 13, No3. 265-266. doi: 10.1038/cmi.2016.09.
20. Kubes, P. Immune Responses in the Liver / P. Kubes, C. Jenne // Annu. Rev. Immunol. – 2018. – Vol. 36. – P. 247-277. doi: 10.1146/annurev-immunol-051116-052415.
21. Zhou, Z. Hepatocytes: a key cell type for innate immunity / Z. Zhou, M. J. Xu, B. Gao // Cell Mol. Immunol. – 2016. – Vol. 13, No 3. –P. 301-315. doi: 10.1038/cmi.2015.97.
22. Robinson, M. W. Liver immunology and its role in inflammation and homeostasis / M. W. Robinson, C. Harmon, C. O'Farrelly // Cell Mol. Immunol. 2016. – Vol. 13, No 3. – P. 267-276. doi: 10.1038/cmi.2016.3.

REFERENCES

1. Fróna D, Szenderák J, Harangi-Rákos M. The Challenge of Feeding the World. Sustainability. 2019; 11(20):5816.
2. Pathak VM, Verma VK, Rawat BS, Kaur B, Babu N, Sharma A, Dewali S, Yadav M, Kumari R, Singh S, Mohapatra A, Pandey V, Rana N, Cunill JM. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. Front Microbiol. 2022 Aug 17;13:962619. doi: 10.3389/fmicb.2022.962619.
3. Gerunov T.V., Dorozhkin V.I., Tarasenko A.A., Gerunova L.K., Chigrinski E.A, Shantyz A.KH. The problem of resistance of arthropods to insecticidal and acaricidal drugs [Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии]. 2021;37(1): 91-98. doi 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202101014 [in Russ.].
4. Chrustek A, Hołyńska-Iwan I, Dziembowska I, Bogusiewicz J, Wróblewski M, Cwynar A, Olszewska-Słonina D. Current Research on the Safety of Pyrethroids Used as Insecticides. Medicina (Kaunas). 2018 Aug 28;54(4):61. doi: 10.3390/medicina54040061.
5. Akhmetshina M.B., Shashina N.I., Germant O.M. About treatment against ticks in natural biotopes [Пест-Менеджмент]/ 2019;112(4):8-11. doi: 10.25732/pm.2020.112.4.002 [in Russ.].
6. Chauhan R, Kumari B, Rana MK. Effect of fruit and vegetable processing on reduction of synthetic pyrethroid residues. Rev Environ Con-

tam Toxicol. 2014;229:89-110. doi: 10.1007/978-3-319-03777-6_5.
7. Tudi M, Daniel Ruan H, Wang L, Lyu J, Sadler R, Connell D, Chu C, Phung DT. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. Int J Environ Res Public Health. 2021 Jan 27;18(3):1112. doi: 10.3390/ijerph18031112.
8. Singh AK, Tiwari MN, Prakash O, Singh MP. A current review of cypermethrin-induced neurotoxicity and nigrostriatal dopaminergic neurodegeneration. Curr Neuropharmacol. 2012 Mar;10(1):64-71. doi: 10.2174/157015912799362779.
9. Matsuo N. Discovery and development of pyrethroid insecticides. Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci. 2019;95(7):378-400. doi: 10.2183/pjab.95.027.
10. Cypermethrin: active ingredients of agricultural insecticides and acaricides // Pesticides.ru [website]. – 2014. – Access mode: https://www.pesticidy.ru/active_substance / cypermethrin (date of access: 09/02/2023) [in Russ.].
11. Saillenfait AM, Ndiaye D, Sabaté JP. Pyrethroids: exposure and health effects – an update. Int J Hyg Environ Health. 2015;218(3):281-92. doi: 10.1016/j.ijheh.2015.01.002.
12. Salimov Y. Toxic Effects of Pesticides on Human and Animals. J Vet Med Animal Sci. 2021;4(1): 1070.
13. Nieradko-Iwanicka B, Borzecki A. How Deltamethrin Produces Oxidative Stress in Liver and Kidney. Pol J Environ Stud. 2016;25(3):1367-71. doi: 10.15244/pjoes/61818.
14. Nathan C, Cunningham-Bussel A. Beyond oxidative stress: an immunologist's guide to reactive oxygen species. Nat Rev Immunol. 2013 May;13(5):349-61. doi: 10.1038/nri3423.
15. Li H, Wu S, Chen J, Wang B, Shi N. Effect of glutathione depletion on Nrf2/ARE activation by deltamethrin in PC12 Cells. Arh Hig Rada Toksikol. 2013;64(1):87-97. doi: 10.2478/10004-1254-64-2013-2251.
16. Zolin PP, Conway VD. Postresuscitation purine metabolism disorder and its correction by ribose. Pathophysiology. 1998;5(S1):215.
17. Buhl MR. Purine metabolism in ischemic kidney tissue. Dan Med Bull. 1982;29(1):1-26.
18. Farthing D, Gehr L, Karnes HT, Sica D, Gehr T, Larus T, Farthing C, Xi L. Effects of salicylic acid on post-ischaemic ventricular function and purine efflux in isolated mouse hearts. Biomarkers. 2007;12(6):623-34. doi: 10.1080/13547500701605786.
19. Gao B. Basic liver immunology. Cell Mol Immunol. 2016 May;13(3):265-6. doi: 10.1038/cmi.2016.09.
20. Kubes P, Jenne C. Immune Responses in the Liver. Annu Rev Immunol. 2018 Apr 26;36:247-277. doi: 10.1146/annurev-immunol-051116-052415.
21. Zhou Z, Xu MJ, Gao B. Hepatocytes: a key cell type for innate immunity. Cell Mol Immunol. 2016 May;13(3):301-15. doi: 10.1038/cmi.2015.97.
22. Robinson MW, Harmon C, O'Farrelly C. Liver immunology and its role in inflammation and homeostasis. Cell Mol Immunol. 2016 May;13(3):267-76. doi: 10.1038/cmi.2016.3.

УДК: 612.44:612.018:577.175.44
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.102

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У КРЫС ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ НИЗКОДОЗОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ДЕЛЬТАМЕТРИНА

Чигринский Е.А.[1*] – к. биол. н., доц. кафедры биохимии, доцент (ORCID: 0000-0002-0844-4090), **Герунова Л.К.**[2] – д-р. вет. н, проф. кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства, проф. (ORCID: 0000-0003-0835-9352), **Герунов Т.В.**[2] – д-р. биол. н., заместитель директора по науке, доц. (ORCID: 0000-0002-5594-2666), **Шорин Н.В.**[2] – к. с.-х. н., доц. кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты растений, доц.

[1] ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»,
[2] ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»
*chigrinski@list.ru

Ключевые слова: *синтетические пиретроиды, дельтаметрин, щитовидная железа, тиреоидные гормоны, тиреотропный гормон.*
Key words: *synthetic pyrethroids, deltamethrin, thyroid gland, thyroid hormones, thyroid-stimulating hormone*

Поступила: 27.04.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ
Щитовидная железа весьма чувствительна к действию различных стресс-факторов, в том числе химических. При этом действие многих экотоксикантов на эндокринную систему животных не изучено. Остается открытым вопрос о влиянии циансодержащих синтетических пиретроидов на синтез и секрецию тиреоидных гормонов при длительном низкодозовом воздействии. Цель данной работы – оценка морфофункционального состояния щитовидной железы у лабораторных крыс при указанном режиме воздействия. Исследования проведены на 48 крысах-самцах линии Вистар. При моделировании влияния на животных низких доз дельтаметрин вводили крысам в дозе 1/100 ЛД50, а длительность эксперимента составляла 120 суток. В крови экспериментальных животных определяли концентрацию тиреотропного гормона, общего тироксина (Т4), трийодтиронина (Т3), а также отношение Т4/Т3. Для определения гормонов использовали метод твердофазного иммуноферментного анализа. Для гистологического исследования щитовидную железу животных фиксировали в 4%-ном нейтральном растворе формальдегида. Срезы с парафиновых блоков окрашивали гематоксилином и эозином. При длительном низкодозовом воздействии дельтаметрина развивается гипофункция щитовидной железы у лабораторных крыс, что сопровождается снижением уровня тиреоидных гормонов в сыворотке крови. Компенсаторно возрастает стимулирующее действие гипофиза за счет дополнительного выброса тиреотропного гормона. При этом в крови отмечается изменение соотношения Т4/Т3. Гистологическая картина щитовидной железы характеризуется уменьшением площади тироцитов, увеличением фолликулов и уплотнением коллоида.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Основными гормонами щитовидной железы являются тироксин (T_4) и трийодтиронин (T_3), участвующие в регуляции энергетического обмена в организме, а также влияющие на ряд важных функций: синтез белка, транспорт глюкозы, усвоение кальция, потребление кислорода тканями и др. [1, 2]. По данным некоторых авторов, синтетические пиретроиды могут изменять функцию щитовидной железы у животных и человека [3, 4, 5]. Однако остается открытым вопрос о длительном влиянии низких доз циансодержащих синтетических пиретроидов на синтез и секрецию тиреоидных гормонов. В связи с этим целью данной работы явилась оценка морфофункционального состояния щитовидной железы у лабораторных крыс при длительном воздействии на организм низких доз дельтаметрина ($C_{22}H_{19}Br_2NO_3$).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования проводили с использованием крыс-самцов линии Вистар. Для эксперимента были отобраны 48 клинически здоровых крыс с массой тела 230-250 г. Для изучения длительного воздействия низких доз дельтаметрина на функцию щитовидной железы было сформировано 4 группы животных (n=12). Крысы 1-й и 3 -й групп были контрольными и ежедневно получали физраствор. Крысам 2-й и 4-й групп ежедневно вводили дельтаметрин в дозах по 0,87 мг/кг/сут. (1/100 $ЛД_{50}$). Выведение животных из хронического эксперимента проводили в два срока: крыс 1-й и 2-й групп – через 60 сут., 3-й и 4-й – спустя 120 суток после начала опыта.

Функцию щитовидной железы оценивали по концентрации общего тироксина (T_4) и трийодтиронина (T_3), а также отношению T_4/T_3 в крови. Кроме того, у всех животных определяли уровень тиреотропного гормона (ТТГ) – сигнальной молекулы, регулирующей работу щитовидной железы [6]. Для определения гормонов использовали метод твердофазного иммуноферментного анализа. При определении оптической плотности использовали микростриповый фотометр «Stat Fax 303 Plus» («Awareness Technology, Inc», США). Для гистологического исследования щитовидную железу животных фиксировали в 4%-ном нейтральном растворе формальдегида. Срезы с парафиновых блоков окрашивали гематоксилином и эозином. Микрофотосъемку проводили с использованием цифрового микроскопа «Альтами Био 1» с программным обеспечением (ООО «Альтами», Россия). Во время проведения эксперимента соблюдали требования Директивы 2010/63/EU Европарламента и совета Евросоюза от 22.09.2010 г.

Полученные в ходе экспериментов данные подвергали статистической обработке с использованием непараметрического *U*-критерия Манна-Уитни. Результаты представлены как *Me* – медиана, Q_1 – нижний квартиль, Q_3 – верхний квартиль. Различия между выборками считали статистически значимыми при значении *p* -value <0,05. При статобработке использовали программы «Excel 2013» («Microsoft Corp.») и «Statistica 6.0» («StatSoft Inc.»).

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Ежедневное введение низких доз дельтаметрина животным способствует развитию гипотиреоза. Статистически значимое снижение уровней T_4 и T_3 отмечали как на 60-е, так и 120-е сутки эксперимента (рис. 1). Дефицит тиреоидных гормонов развивается не сразу, так как достаточное их количество находится в плазме крови в связанном состоянии с белками, а также высвобождается из щитовидной железы.

С течением времени наблюдается повышение отношения T_4/T_3 (рис. 1). Это связано с тем, что период полуобновления ($t_{1/2}$) T_4 в кровеносном русле в несколько раз больше, чем T_3. Из-за меньшего сродства T_3 к белкам плазмы крови и большего сродства к ядерным рецепторам, трийодтиронин быстрее поглощается тканями и метаболизируется [1]. Превращение T_4 в T_3 происходит главным образом в печени под действием фермента 5'-дейодиназы [1, 6]. При нарушении белок-

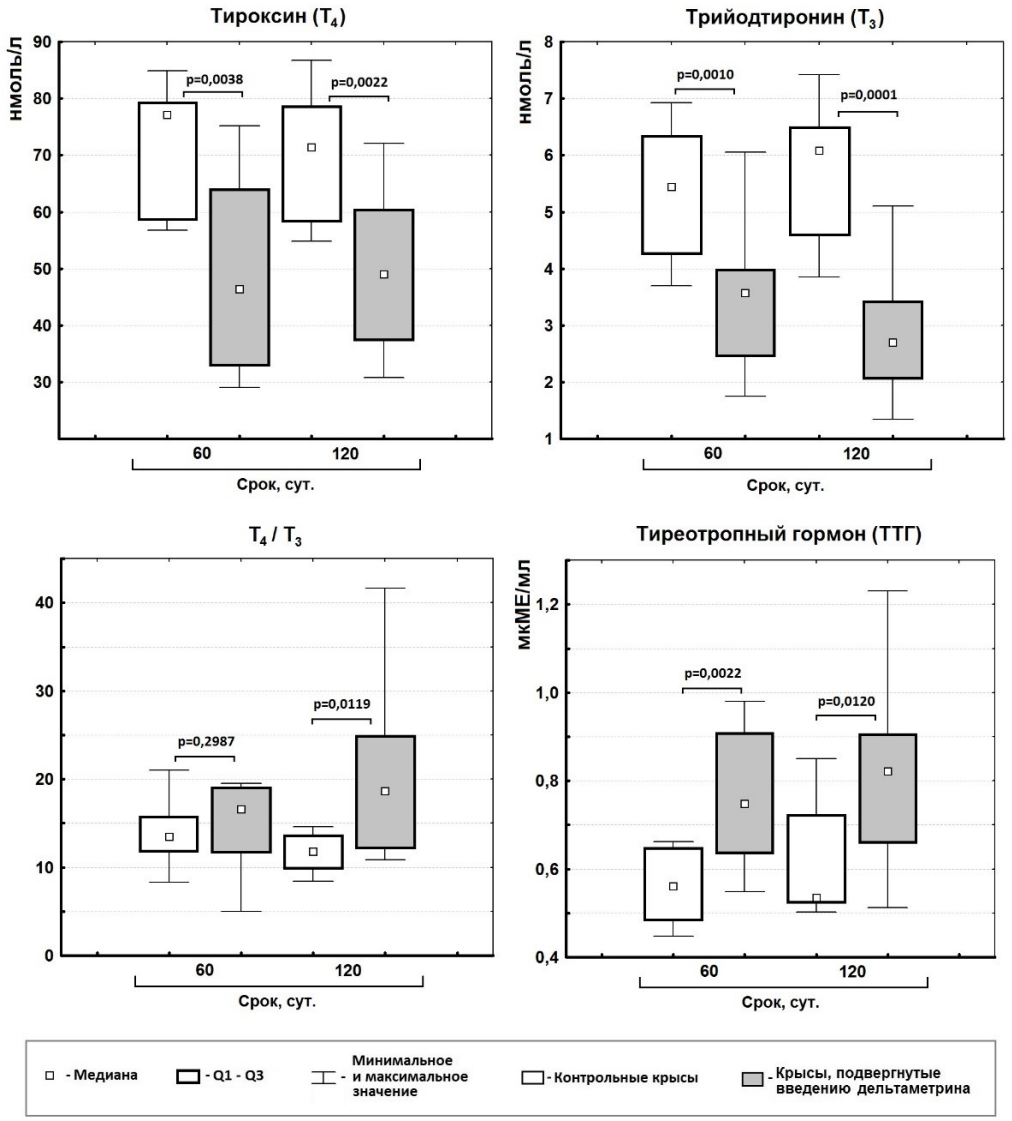


Рис. 1. Тиреоидный статус самцов крыс (Rattus norvegicus), подвергнутых действию низких доз дельтаметрина (0,87 мг/кг/сут (1/100 $ЛД_{50}$))
Примечание: p – уровень статистической значимости различий по отношению к соответствующему контролю.

синтезирующей функции печени и развитии окислительного стресса под влиянием синтетических пиретроидов снижается активность 5'-дейодиназы, что ведет к уменьшению концентрации T_3 и нарушению соотношения T_4/T_3 [7, 8].

В ответ на снижение уровня тиреоидных гормонов в крови повышается концентрация ТТГ (рис. 1), однако это не приводит к восстановлению функции щитовидной железы. Это указывает на то, что нарушение функции гипоталамо-

гипофизарно-тиреоидной оси при длительном воздействии низких доз дельтаметрина происходит на уровне самой щитовидной железы. Снижение функции щитовидной железы может быть следствием развития окислительного стресса в организме крыс под влиянием дельтаметрина. Известно, что данная железа чувствительна к действию активированных кислородных метаболитов [9], а дельтаметрин, как и другие синтетические пиретроиды, способствует развитию окислительного стресса в различных органах [7, 8, 10, 11].

Гипофункцию щитовидной железы подтверждает гистологическая картина, характеризующаяся снижением высоты и уменьшением плотности фолликулярного эпителия, увеличением объема фолликулов и уплотнением коллоида, в котором в отличие от животных контрольной группы практически отсутствуют резорбционные вакуоли (рис. 2, 3). С течением времени в паренхиме железы активируются деструктивные процессы, вокруг фолликулов разрастается соединительная ткань.

Снижение функциональной активности щитовидной железы при длительном действии на организм низких доз дельтаметрина можно рассматривать как часть адаптационно-приспособительных механизмов. Уменьшение концентрации тиреоидных гормонов способствует снижению чувствительности тканей к адреналину, что обеспечивает более экономное расходование энергетических субстратов, в частности гликогена.

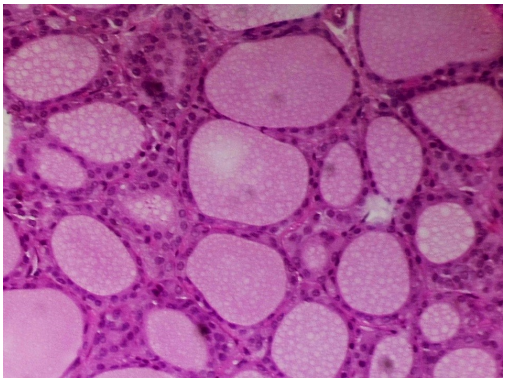


Рис. 2. Щитовидная железа. Окрас. гематоксилином и эозином. Увеличение ×150 (контроль).

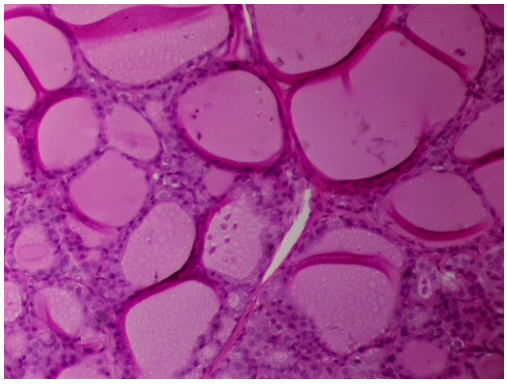


Рис. 3. Гипофункция щитовидной железы у крысы при введении дельтаметрина в дозе 1/100 $ЛД_{50}$ в течение 60 суток. Окрас. гематоксилином и эозином. Увеличение ×150.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Длительное воздействие низких доз синтетического пиретроида дельтаметрина вызывает гипофункцию щитовидной железы у лабораторных крыс, о чем свидетельствует снижение уровня тиреоидных гормонов (тироксина и трийодтиронина) в сыворотке крови и структурные изменения в щитовидной железе. При этом снижается общий обмен и чувствительность тканей к катехоламинам, что облегчает адаптацию к действию стресс-фактора.

MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE THYROID GLAND IN RATS WITH PROLONGED LOW-DOSE EXPOSURE TO DELTAMETHRIN

Chigrinsky E.A.[1] – Candidate of Biology, Associate Professor of the Department of Biochemistry, Associate Professor (ORCID: 0000-0002-0844-4090), **Gerunova L.K.**[2] – Doctor of Veterinary Medicine, Professor of the Department of Diagnostics, Internal Non-infectious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Professor (ORCID: 0000-0003-0835-9352), **Gerunov T.V.**[2] –

D.biol.N., Deputy Director for Science, Associate Professor (ORCID: 0000-0002-5594-2666), **Shorin N.V.**[2] – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Horticulture, Forestry and Plant Protection, Associate Professor.

[1] Omsk State Medical University;

[2] Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin

*chigrinski@list.ru

ABSTRACT

The thyroid gland is very sensitive to various stress factors, including chemical ones. Meanwhile, the effect that many ecotoxicants have on the animal endocrine system has not been studied. The effect of cyanide-containing synthetic pyrethroids on the synthesis and secretion of thyroid hormones during prolonged low-dose exposure remains an open question. This research was aimed at assessing the morphofunctional state of the thyroid gland in laboratory rats under the specified exposure regime. The studies were conducted on 48 male Wistar rats. When modeling the effect of low doses of deltamethrin on animals, the substance was administered to rats at a dose of 1/100 LD50, and the experiment lasted for 120 days. The concentrations of thyroid-stimulating hormone, total thyroxine (T4), triiodothyronine (T3), and the ratio T4/T3 were determined in the rats' blood. The solid-phase enzyme immunoassay method was used to determine hormones. For histological examination, the thyroid gland of animals was fixed in a 4% neutral formaldehyde solution. Sections of paraffin blocks were stained with hematoxylin and eosin. Prolonged low-dose exposure to deltamethrin caused hypofunction of the thyroid gland in laboratory rats, which was accompanied by a decrease in the level of thyroid hormones in the blood serum. The stimulating effect of the pituitary gland increased compensatorily due to the additional release of thyroid-stimulating hormone. At the same time, there was a change in the ratio of T4/T3 in the blood. The histological patterns of the thyroid gland were characterized by a decrease in the thyrocyte area, growth of follicles, and colloid densification.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Gardner, D. G. Greenspan's Basic & Clinical Endocrinology / D. G. Gardner, D. Shoback. – New York: McGraw Hill Professional, 2007. – 960 p.

2. Nussey, S. Endocrinology: An Integrated Approach / S. Nussey, S. Whitehead. – Oxford: BIOS Scientific Publishers, 2001. – 376 p.

3. Andersen, H. R. Pyrethroids and developmental neurotoxicity – A critical review of epidemiological studies and supporting mechanistic evidence / H. R. Andersen, A. David, C. Freire [et al.] // Environ. Res. – 2022. – Vol. 214 (Pt. 2). – P. 113935. – DOI 10.1016/j.envres.2022.113935.

4. Burns, C. J. Pyrethroid epidemiology: a quality-based review / C. J. Burns, T. P. Pastoor // Crit. Rev. Toxicol. – 2018. – Vol. 48, No 4. – P. 297-311. – DOI 10.1080/10408444.2017.1423463.

5. Chang, J. Lambda-cyhalothrin and its common metabolite differentially modulate thyroid disruption effects in Chinese lizards (Eremias argus) / J. Chang, Y. Pan, W. Liu [et al.] // Environ. Pollut. – 2021. – Vol. 15, No 287. – P. 117322. – DOI 10.1016/j.envpol.2021.117322.

6. Garrett, R. H. Biochemistry / R. H. Garrett, C. M. Grisham. – 5th ed. – Philadelphia: Thomson Brooks/Cole, 2012. – 1280 p.

7. Чигринский, Е.А. Система глутатиона печени крыс при острой интоксикации пестицидом циперметрином / Е.А. Чигринский, Л.К. Герунова, Т.В. Герунов // Международная научно-практическая конференция «Эффективное животноводство – залог успешного развития АПК региона», 6 декабря 2017 г. – Омск: Омский ГАУ, 2017. – С. 251-256. – EDN YUKKMG.

8. Nieradko-Iwanicka B. How Deltamethrin Produces Oxidative Stress in Liver and Kidney / B. Nieradko-Iwanicka, A. Borzecki // Pol. J. Environ. Stud. – 2016. – Vol. 25, No 3. – P. 1367-1371. – DOI 10.15244/pjoes/61818.

9. Mancini, A. Thyroid Hormones, Oxidative Stress, and Inflammation / A. Mancini, C. Di Segni, S. Raimondo [et al.] // Mediators Inflamm. – 2016. – Vol. 2016. – P.

6757154. – DOI 10.1155/2016/6757154.
10. Al-Amoudi, W. M. Toxic effects of Lambda-cyhalothrin, on the rat thyroid: Involvement of oxidative stress and ameliorative effect of ginger extract / W. M. Al-Amoudi // Toxicol. Rep. – 2018. – Vol. 5. – P. 728-736. – DOI 10.1016/j.toxrep.2018.06.005.
11. Salimov, Y. Toxic Effects of Pesticides on Human and Animals / Y. Salimov // J. Vet. Med. Animal Sci. – 2021. – Vol. 4, No 1. – P. 1070.

REFERENCES

1. Gardner DG Shoback D. Greenspan's Basic & Clinical Endocrinology. New York: McGraw Hill Professional; 2007. – 960 p.
2. Nussey S, Whitehead S. Endocrinology: An Integrated Approach. Oxford: BIOS Scientific Publishers; 2001. – 376 p.
3. Andersen HR, David A, Freire C, Fernández MF, D'Cruz SC, Reina-Pérez I, Fini JB, Blaha L. Pyrethroids and developmental neurotoxicity - A critical review of epidemiological studies and supporting mechanistic evidence. Environ Res. 2022 Nov;214(Pt 2):113935. doi 10.1016/j.envres.2022.113935.
4. Burns CJ, Pastoor TP. Pyrethroid epidemiology: a quality-based review. Crit Rev Toxicol. 2018 Apr;48(4):297-311. doi 10.1080/10408444.2017.1423463.
5. Chang J, Pan Y, Liu W, Xu P, Li W, Wan B. Lambda-cyhalothrin and its common metabolite differentially modulate thyroid disruption effects in Chinese lizards (Eremias argus). Environ Pollut. 2021 Oct 15;287:117322. doi 10.1016/j.envpol.2021.117322.
6. Garrett RH, Grisham CM. Biochemistry. 5th ed. Philadelphia: Thomson Brooks/Cole; 2012. – 1280 p.
7. Chigrinski EA, Gerunova LK, Gerunov TV. Rat liver glutathione system in acute intoxication with cypermethrin. International scientific and practical conference "Efficient animal husbandry is the key to successful development of the agro-industrial complex of the region", December 6, 2017. Omsk: Omsk SAU; 2017. p. 255. [in Russ.]. – EDN YUKKMG.
8. Nieradko-Iwanicka B, Borzecki A. How Deltamethrin Produces Oxidative Stress in Liver and Kidney. Pol. J. Environ. Stud. 2016;25(3):1367-71. doi 10.15244/pjoes/61818.
9. Mancini A, Di Segni C, Raimondo S, Olivieri G, Silvestrini A, Meucci E, Currò D. Thyroid Hormones, Oxidative Stress, and Inflammation. Mediators Inflamm. 2016;2016:6757154. doi 10.1155/2016/6757154.
10. Al-Amoudi WM. Toxic effects of Lambda-cyhalothrin, on the rat thyroid: Involvement of oxidative stress and ameliorative effect of ginger extract. Toxicol Rep. 2018 Jun 12;5:728-36. doi 10.1016/j.toxrep.2018.06.005.
11. Salimov Y. Toxic Effects of Pesticides on Human and Animals. J Vet Med Animal Sci. 2021;4(1):1070.

УДК: 616.36-07:619
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.108

ЭЛИМИНАЦИЯ 1,3,7-ТРИМЕТИЛ-КСАНТИНА У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ИНДУЦИРОВАНИИ ТОКСИЧЕСКОГО ГЕПАТИТА

Попова О. С. * – к. вет. н., доц. каф. фармакологии и токсикологии (ORCID 0000-0002-0650-0837), **Понамарев В.С**. – к. вет. н., асс. (ORCID 0000-0002-6852-3110), **Кострова А.В.** – асп., **Агафонова Л.А.** – соиск. каф. фармакологии и токсикологии.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

*alef_z@mail.ru

Ключевые слова: *гепатобилиарная система, клиренс-тест, кофеин, крысы, диагностика, фармакокинетика.*

Keywords: *hepatobiliary system, clearance test, caffeine, rats, diagnostics, pharmacokinetics.*

Благодарности: *Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00011, https://rscf.ru/project/23-26-00011*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Патологии печени имеют значительное влияние на клиренс кофеина, что заслуживает серьезного внимания и исследований. В случае наличия патологий печени, процессы метаболизма кофеина существенно видоизменяются, однако, по данным научной литературы, вектор подобных преобразований при конкретных патологиях не определён. Это связано с тем, что гепатопатии снижают активность ферментов, ответственных за метаболизм кофеина. В некоторых случаях может наблюдаться увеличение клиренса кофеина, что связано с временной компенсаторной активацией некоторых ферментов, которые могут участвовать в метаболизме кофеина. Также клиренс кофеина может уменьшаться вследствие снижения метаболической активности печени, что значительно замедлит его окончательную экскрецию. Для определения изменений клиренса 1,3,7-триметил-ксантина наиболее целесообразным является изучение его фармакокинетических параметров, в частности, сравнение его концентрации в сыворотке крови в фазы начального роста, плато и снижения с дальнейшим построение графиков - «кофеиновых кривых». Цель исследования - определение изменения уровней кофеина в сыворотке крови при индуцировании токсического гепатита. Исследования проводились в виварии кафедры фармакологии и токсикологии ФГБОУ ВО СПбГУВМ. С целью моделирования токсического гепатита подопытным животным ежедневно в течение 5 дней внутрижелудочно вводился 35%-ый масляный раствор тетрахлорметана (CCl_4) в дозировке 1,5 мл/кг [9]. По завершению индуцирования токсический гепатит был подтверждён на основании клинико-биохимических признаков. Спустя сутки после завершения моделирования токсического гепатита у подопытных животных определялись уровни кофеина в сыворотке крови в полном соответствии с предыдущей серией опыта. В результате исследования были построены «кофеиновые» кривые, свидетельствующие об повышенных концентрациях кофеина в сыворотках, увеличения времени элиминации, а также крайне продолжительном плато концентрация кофеина в сыворотке крови при токсическом поражении печени.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Печень является основным органом, обеспечивающим метаболизма 1,3,7-триметил-ксантина (кофеина) у млекопитающих. В процессе элиминации данное соединение проходит через несколько фаз метаболизма, включая окисление, метилирование и глюкуронирование, прежде, чем окончательно выводится из организма.

Патологии печени имеют значительное влияние на клиренс кофеина, что заслуживает серьезного внимания и исследований. В случае наличия патологий печени, процессы метаболизма кофеина существенно видоизменяются, однако, по данным научной литературы, вектор подобных преобразований при конкретных патологиях не определён. Это связано с тем, что гепатопатии снижают активность ферментов, ответственных за метаболизм кофеина. В некоторых случаях может наблюдаться увеличение клиренса кофеина, что связано с временной компенсаторной активацией некоторых ферментов, которые могут участвовать в метаболизме кофеина. Также клиренс кофеина может уменьшаться вследствие снижения метаболической активности печени, что значительно замедлит его окончательную экскрецию.

Для определения изменений клиренса 1,3,7-триметил-ксантина наиболее целесообразным является изучение его фармакокинетических параметров, в частности, сравнение его концентрации в сыворотке крови в фазы начального роста, плато и снижения с дальнейшим построение графиков - «кофеиновых кривых».

Цель исследования - определение изменения уровней кофеина в сыворотке крови при индуцировании токсического гепатита.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования проводились в виварии кафедры фармакологии и токсикологии ФГБОУ ВО СПбГУВМ.

Для исследования использовались лабораторные животные из предыдущей серии эксперимента с целью дальнейшего сравнения «кофеиновых кривых» [8]. Количество животных, их возрастные характеристики, живая масса, условия кормления и содержания были эквивалентны [8].

С целью моделирования токсического гепатита подопытным животным ежедневно в течение 5 дней внутрижелудочно вводился 35%-ый масляный раствор тетрахлорметана (CCl_4) в дозировке 1,5 мл/кг [9]. По завершению индуцирования токсический гепатит был подтверждён на основании клинико-биохимических признаков[10]. Исследования были проведены в соответствии принципами Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов и других научных целей, правилами надлежащей лабораторной и клинической (GLP и GCP) практики, а также требованиям Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях [11,12]. Дизайн исследования одобрен комиссией по биоэтике ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» (протокол №5 от 12.05.2023г).

Спустя сутки после завершения моделирования токсического гепатита у подопытных животных определялись уровни кофеина в сыворотке крови в полном соответствии с предыдущей серией опыта [8].

Математико-статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы STATISTICA 6.1. Рассчитывали среднюю арифметическую (M) и ее среднюю ошибку (m), расчет достоверности разницы (p) по критерию Стьюдента не проводился в связи с поисковым характером исследования и отсутствием групп сравнения [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В результате эксперимента патологических реакций на введение препарата со стороны сердечно-сосудистой системы отмечено не было, токсическое действие препарата не проявлялось. Уровень кофеина в плазме крови представлены в таблице 1.

Таблица 1

Уровень кофеина в плазме крови (в мкг) после введение экзогенного кофеина у подопытных крыс с индуцированным токсическим гепатитом (n=6)

Вводимая дозировка препарата (в пересчете на чистый кофеин	50 мг/кг		100 мг/кг		150 мг/кг	
Т после введения / пол животных	♂	♀	♂	♀	♂	♀
30 мин	24,3±0,6	23,4±0,2	68,3±3,2	67,9±4,7	114,5±8,4	112,3±7,1
1 час	21,2±0,3	22,1±0,5	72,1±2,8	70,4±3,2	118,3±7,2	116,1±5,2
2 часа	22,8±0,4	22,4±0,6	82,6±4,1	81,2±3,4	107,9±8,1	108,4±6,3
4 часа	21,3±0,5	21,7±0,1	81,4±3,7	80,7±5,1	108,2±9,4	107,4±4,9
8 часов	19,7±0,3	20,3±0,7	80,3±4,2	80,2±4,3	107,7±8,3	107,2±6,5
12 часов	17,4±0,2	18,3±0,3	59,2±2,5	59,6±5,2	105,2±6,7	106,3±4,1

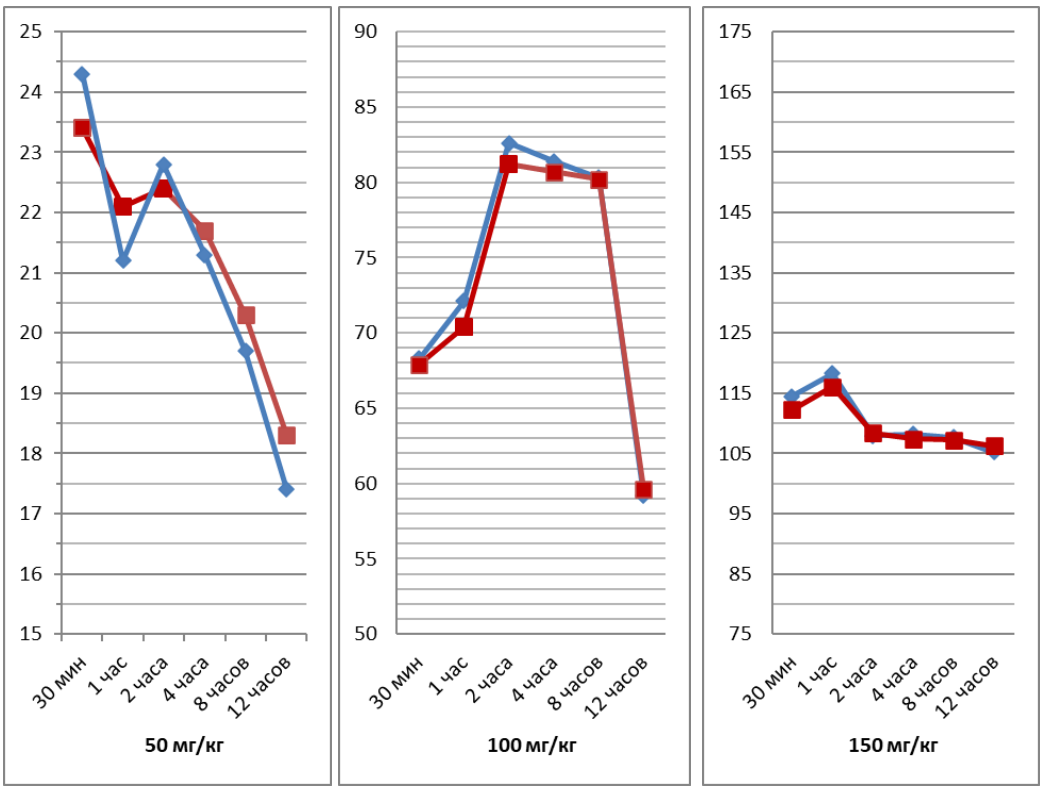


Рис. 1 – Уровень кофеина в плазме крови (в мкг) у самцов (♂) и самок (♀) подопытных крыс с индуцированным токсическим гепатитом после подкожного введения 20% раствора кофеин-натрия бензоата в дозе 50,100 и 150мг/кг.

Проведя анализ полученных данных, мы обнаружили отсутствие какой-либо взаимосвязи между биотрансформацией кофеина у самцов и самок.

Уровни кофеина в сыворотке крови подопытных животных, в целом, значительно выше, чем у животных без патологии, а временной интервал полной элиминации не вошёл в исследуемые временные интервалы [8].

Для установления закономерностей в элиминации кофеина были построены графики изменения его уровней (рис.1).

При введении животных экзогенного кофеина в дозировке 50 мг/кг отмечались следующие особенности биотрансформация кофеина: кратковременная фаза начального роста концентрации, выход на плато (до 4 часов после введения), а затем планомерное линейное снижение. Полученные данные отличаются от концентраций у тех же животных без индуцированной гепатопатии длительным (около 3 часов) плато и началом значимого снижения уровня только спустя 12 часов после введения, что связано со снижением биотрансформирующих ферментов вследствие альтерации печени.

При введении животным экзогенного кофеина в дозировке 100 мг/кг нами наблюдался резкий рост концентрации спустя 2 часа после введения препарата, затяжное плато (в течение 6 часов) и значительное снижение спустя 12 часов. Полученные данные объясняются снижением биотрансформирующих ферментов вследствие альтерации печени с последующими компенсаторными реакциями.

При введении кофеина в дозировке 150 мг/кг (верхняя граница терапевтической широты применения препарата) всю «кофеиновую кривую» можно охарактеризовать, как плато, так как в исследуемые временные интервалы не были отмечены ни значимые подъёмы, ни значимые снижения уровня концентраций, что свидетельствует о том, что использование данной дозировки при индуцированном поражении печени не компенсируется. Также следует отметить, что у крыс данной группы в ходе эксперимента фиксировался тремор конечностей, являющийся одним из клинических признаков начальных стадий токсического действия кофеина, что позволяет сделать вывод о том, что использование данной концентрации не может быть признано клинически значимым при острых поражениях печени

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

На основании проведенных исследований по определению изменения уровней кофеина в сыворотке крови при индуцировании токсического гепатита раствором тетрахлорметана, мы можем сделать следующие выводы:

Отсутствие какой-либо взаимосвязи между биотрансформацией экзогенного кофеина у самцов и самок.

Уровни кофеина в сыворотке крови подопытных животных, в целом, значительно выше, чем у животных без патологии, а временной интервал полной элиминации не вошёл в исследуемые временные интервалы, предыдущих опытов [8].

для групп после введения экзогенного кофеина в дозировке 50 мг/кг отмечались: кратковременная фаза начального роста концентрации, выход на плато (до 4 часов после введения), а затем планомерное линейное снижение. При введении животным экзогенного кофеина в дозировке 100 мг/кг нами наблюдался резкий рост концентрации спустя 2 часа после введения препарата, затяжное плато (в течение 6 часов) и значительное снижение спустя 12 часов. При введении кофеина в дозировке 150 мг/кг всю «кофеиновую кривую» можно охарактеризовать, как плато, так как в исследуемые временные интервалы не были отмечены ни значимые подъёмы, ни значимые снижения уровня концентраций, что свидетельствует о том, что использование данной дозировки при индуцированном поражении печени не компенсируется.

ELIMINATION OF 1,3,7-TRIMETHYL-XANTHINE IN LABORATORY ANIMALS WHEN INDUCING TOXIC HEPATITIS.

Popova O.S.* – Ph.D. of Veterinary Science, Associate Professor Pharmacology and Toxicology (ORCID 0000-0002-0650-

0837), **Ponamarev V.S. –** Ph.D. (ORCID 0000-0002-6852-3110) – ass., Ph.D. of Veterinary Science , **Kostrova A.V.** – graduate student, **Agafonova L.A.** – PhD applicant;
«FSBEI HE St.Petersburg SUVM»
*alef_z@mail.ru

Acknowledgments: *The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-26-00011, https://rscf.ru/project/23-26-00011.*

ABSTRACT

Liver pathologies have a significant impact on caffeine clearance, which deserves serious attention and research. In the case of liver pathologies, the processes of caffeine metabolism are significantly modified; however, according to the scientific literature, the vector of such transformations for specific pathologies has not been determined. This is due to the fact that hepatopathy reduces the activity of enzymes responsible for caffeine metabolism. In some cases, an increase in caffeine clearance may occur, which is associated with a temporary compensatory activation of certain enzymes that may be involved in caffeine metabolism. Also, the clearance of caffeine may be reduced due to a decrease in the metabolic activity of the liver, which will significantly slow down its final excretion.

To determine changes in the clearance of 1,3,7-trimethylxanthine, the most appropriate is to study its pharmacokinetic parameters, in particular, to compare its concentration in the blood serum in the phases of initial growth, plateau and decline with further construction of graphs - “caffeine curves”.

The purpose of the study was to determine changes in serum caffeine levels during the induction of toxic hepatitis.

The studies were carried out in the vivarium of the Department of Pharmacology and Toxicology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of St. Petersburg State University of Medicine.

In order to simulate toxic hepatitis, experimental animals were intragastrically injected with a 35% oil solution of carbon tetrachloride (CCl4) daily for 5 days at a dosage of 1.5 ml/kg. Upon completion of induction, toxic hepatitis was confirmed based on clinical and biochemical signs.

A day after the completion of the modeling of toxic hepatitis, the levels of caffeine in the blood serum were determined in the experimental animals in full accordance with the previous series of experiments.

As a result of the study, “caffeine” curves were constructed, indicating increased caffeine concentrations in serum, increased elimination time, as well as an extremely long plateau in the concentration of caffeine in the blood serum during toxic liver damage.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Изучение активности изоферментов цитохрома Р450 для прогнозирования межлекарственных взаимодействий лекарственных средств в условиях полипрагмазии / Д. А. Сычев, В. А. Отделенов, Н. П. Денисенко, В. В. Смирнов // Фармакогенетика и фармакогеномика. – 2016. – № 2. – С. 4-11.
2. Nehlig A. Interindividual Differences in Caffeine Metabolism and Factors Driving Caffeine Consumption. Pharmacol Rev. 2018 Apr;70(2):384-411. doi: 10.1124/pr.117.014407.
3. Culm-Merdek KE, von Moltke LL, Harmatz JS, Greenblatt DJ. Fluvoxamine impairs single-dose caffeine clearance without altering caffeine pharmacodynamics. Br J Clin Pharmacol. 2005 Nov;60(5):486-93. doi: 10.1111/j.1365-2125.2005.02467.x.
4. McDonagh JE, Nathan VV, Bonavia IC, Moyle GR, Tanner AR. Caffeine clearance by enzyme multiplied immunoassay technique: a simple, inexpensive, and useful indicator of liver function. Gut. 1991 Jun;32 (6):681-4. doi: 10.1136/gut.32.6.681.
5. Tripathi A, Tiwari B, Patil R, Khanna V, Singh V. The role of salivary caffeine clearance in the diagnosis of chronic liver disease. J Oral Biol Craniofac Res. 2015 Jan-Apr;5(1):28-33. doi: 10.1016/j.jobcr.2014.12.003.
6. Gajewska M, Paini A, Sala Benito JV, Burton J, Worth A, Urani C, Briesen H, Schramm KW. In vitro-to-in vivo correla-

tion of the skin penetration, liver clearance and hepatotoxicity of caffeine. Food Chem Toxicol. 2015 Jan;75:39-49. doi: 10.1016/j.fct.2014.10.017.
7. Berton M, Bettonte S, Stader F, Battegay M, Marzolini C. Physiologically Based Pharmacokinetic Modelling to Identify Physiological and Drug Parameters Driving Pharmacokinetics in Obese Individuals. Clin Pharmacokinet. 2023 Feb;62(2):277-295. doi: 10.1007/s40262-022-01194-3.
8. Фармакокинетические параметры кофеина у лабораторных животных в контексте оценки функционального состояния печени / О. С. Попова, В. С. Понамарев, А. В. Кострова, Л. А. Агафонова // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 2. – С. 142-149. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.2.142.
9. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. Под общей редакцией Р.У. Хабриева – Издание 2-е, переработанное и дополненное. – Москва: Издательство "Медицина", 2005. – 832 с.– ISBN 5225042198
10. Биохимия печени и лабораторная оценка ее физиолого-биохимического состояния : учебно-методическое пособие / О. С. Белоновская, А. А. Лисицына, Л. Ю. Карпенко, А. А. Бахта. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2014. – 116 с.
11. Европейская Конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18 марта 1986 г.). Доступно по: https://rm.coe.int/168007 a6a8. Ссылка активна на 27 июля 2023 г.
12. Директива 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях. Доступно по: https://eurlex.europa. eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:007 9:en:PDF. Ссылка активна на 27 июля 2023 г
13. Понятие и значение критерия Стьюдента в клинической медицине / М. А. Полиданов, И. С. Блохин, А. А. Скороход [и др.] // Modern Science. – 2020. – № 2-1. – С. 227-230.

REFERENCES

1. Study of the activity of cytochrome P450 isoenzymes for predicting drug-drug interactions in conditions of polypharmacy / D. A. Sychev, V. A. Otdelenov, N. P. Denisenko, V. V. Smirnov // Pharmacogenetics and pharmacogenomics. – 2016. – No. 2. – P. 4-11.
2. Nehlig A. Interindividual Differences in Caffeine Metabolism and Factors Driving Caffeine Consumption. Pharmacol Rev. 2018 Apr;70(2):384-411. doi: 10.1124/pr.117.014407.
3. Culm-Merdek KE, von Moltke LL, Harmatz JS, Greenblatt DJ. Fluvoxamine impairs single-dose caffeine clearance without altering caffeine pharmacodynamics. Br J Clin Pharmacol. 2005 Nov;60(5):486-93. doi: 10.1111/j.1365-2125.2005.02467.x.
4. McDonagh JE, Nathan VV, Bonavia IC, Moyle GR, Tanner AR. Caffeine clearance by enzyme multiplied immunoassay technique: a simple, inexpensive, and useful indicator of liver function. Gut. 1991 Jun;32 (6):681-4. doi: 10.1136/gut.32.6.681.
5. Tripathi A, Tiwari B, Patil R, Khanna V, Singh V. The role of salivary caffeine clearance in the diagnosis of chronic liver disease. J Oral Biol Craniofac Res. 2015 Jan-Apr;5(1):28-33. doi: 10.1016/j.jobcr.2014.12.003.
6. Gajewska M, Paini A, Sala Benito JV, Burton J, Worth A, Urani C, Briesen H, Schramm KW. In vitro-to-in vivo correlation of the skin penetration, liver clearance and hepatotoxicity of caffeine. Food Chem Toxicol. 2015 Jan;75:39-49. doi: 10.1016/j.fct.2014.10.017.
7. Berton M, Bettonte S, Stader F, Battegay M, Marzolini C. Physiologically Based Pharmacokinetic Modeling to Identify Physiological and Drug Parameters of Driving Pharmacokinetics in Obese Individuals. Clin Pharmacokinet. 2023 Feb;62(2):277-295. doi:10.1007/s40262-022-01194-3.
8. Pharmacokinetic parameters of caffeine in laboratory animals in the context of assessing the functional state of the liver / O.

S. Popova, V. S. Ponamarev, A. V. Kostrova, L. A. Agafonova // International Bulletin of Veterinary Medicine. – 2023. – No. 2. – P. 142-149. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.2.142.

9. Guidelines for experimental (preclinical) study of new pharmacological substances. Under the general editorship of R.U. Khabrieva – 2nd edition, revised and expanded. – Moscow: Publishing House "Medicine", 2005. – 832 pp. – ISBN 5225042198

10. Biochemistry of the liver and laboratory assessment of its physiological and biochemical state: educational manual / O. S. Belonovskaya, A. A. Lisitsyna, L. Yu. Karpenko, A. A. Bakhta. – St. Petersburg: St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2014. – 116 p.

11. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental or Other Scientific Purposes (Strasbourg, 18 March 1986). Available from: https://rm.coe.int/168007 a6a8. Link active as of July 27, 2023

12. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. Available from: https://eurlex.europa. eu/LexUriServ/LexUriServ.do?
uri=OJ:L:2010:276:0033:007 9:en:PDF. Link active as of July 27, 2023

13. The concept and significance of Student's criterion in clinical medicine / M. A. Polidanov, I. S. Blokhin, A. A. Skorokhod [etc.] // Modern Science. – 2020. – No. 2-1. – pp. 227-230.

ЗООГИГИЕНА, САНИТАРИЯ, КОРМЛЕНИЕ

УДК 636.5.033
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.115

ОБМЕН ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ ЭКСТРАКТА QUERCUS CORTEX И ХЛОРТЕТРАЦИКЛИНА В РАЦИОН

Дускаев Г.К. – д-р. биол. н., глав. науч. сотр. отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН), **Русакова Е.А.** * – к.биол.н., ст. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований в животноводстве (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН), **Лазебник К.С.** – мл. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований в животноводстве,
ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН
*elenka_rs@mail.ru

Ключевые слова: *обмен энергии, Quercus cortex, бройлеры, хлортетрациклин, рацион.*
Key words: *energy metabolism, Quercus cortex, broilers, chlortetracycline, diet.*

Исследования выполнены по теме НИР № FNWZ-2022-0010.

Поступила: 15.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Кормовые антибиотики широко используются в рационе сельскохозяйственной птицы в качестве стимуляторов роста, для поддержания здоровья и повышения продуктивности. Однако их применение несет некоторые риски, что ведет к сокращению использования антибиотиков в рационах. Поэтому поиск альтернативы, способной минимизировать негативный эффект антибактериальных веществ, является глобальной задачей. Большой интерес в рамках поиска представляют растения, содержащие фитохимические соединения. Одним из таких фитобиотиков является кора дуба (Quercus cortex), его некоторые компоненты выступают агентами альтернативных антибактериальных стратегий (блокирование сигнальных системы Quorum Sensing (QS)). Однако исследования по изучению эффектов Quercus cortex немногочисленны. Интересным представляется изучение дополнительных эффектов данного фитобиотика в сочетании с другими биологически активными веществами (пробиотики, ферменты и антибиотики в малых дозах). Исходя из этого, целью данной работы стала оценка влияния экстракта Quercus cortex и кормового антибиотика Биовит 200 на основе 20% хлортетрациклина на обмен энергии у цыплят-бройлеров. Исследование было проведено с использованием общепринятых методик анализа обменных процессов в организме птицы. Был произведен расчет чистой и обменной энергий, энергопротеинового отношения, коэффициента продуктивного использования обменной энергии, валовой энергии. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что включение экстракта Quercus cortex в дозировке 0,2 мл/кг как самостоятельно, так и в сочетании с Биовит 200 в дозировке 0,63 г/кг ж.м./сут способствовало уменьшению количества

потерь энергии с экскрементами на фоне роста КПИ ОЭ и показателя соответствия, о чем свидетельствует оптимальное потребление энергии в ходе процесса синтеза тканей в организме птицы I и III групп.

ВВЕДЕНИЕ/ INTRODUCTION

Кормовые антибиотики широко используются в рационе сельскохозяйственной птицы в качестве стимуляторов роста, а также для поддержания здоровья и повышения продуктовых качеств [1,2]. Однако их применение несет некоторые риски связанные с развитием устойчивости бактерий к используемым препаратам, к снижению иммунологической реактивности организма и присутствия этих соединений в продуктах животного происхождения, а также возможна вертикальная и горизонтальная передача инфекции, что может повлиять на здоровье человека [1,3]. В связи с этими эффектами применение антибиотиков резко сократилось и в некоторых случаях оно было запрещено при приготовлении кормов для животноводства (WHO, 2014) [1,4].

Тем не менее, отказ от антибиотиков снижает эффективность кормления в птицеводстве, одним из основных последствий является значительный рост заболеваемости и, как следствие, экономические затраты [1,5,6].

Поэтому поиск альтернативной замены, способной минимизировать негативный эффект антибактериальных веществ, но при этом обладать их свойствами для лечения и профилактики заболеваний, и наряду с этим, положительно влиять на продуктивные качества птицы является глобальной задачей. Большой интерес в контексте данного поиска представляют растения, содержащие фитохимические соединения, которые соответствуют данным критериям [7, 8, 9]. Одним из таких фитобиотиков является кора дуба (Quercus cortex), содержащая комплекс различных биологически активных веществ, причем для некоторых компонентов подчеркивается потенциальная роль в качестве агентов альтернативных антибактериальных стратегий, которые основаны на их способности блокировать сигнальные системы Quorum Sensing (QS) и ингибировать образование биопленок патогенных бактерий [10, 11, 12].

Однако исследования по изучению эффектов Quercus cortex немногочисленны [13, 14], в связи с этим данное направление представляется перспективным в кормлении сельскохозяйственной птицы, позволяя использовать кору дуба в качестве кормовой добавки. Не менее интересным представляется изучение дополнительных эффектов данного фитобиотика в сочетании с другими биологически активными веществами, среди которых можно выделить ферменты, пробиотики и антибиотики (в малых дозах) [15, 16, 17].

Исходя из вышесказанного, целью исследования стало изучение влияния экстракта Quercus cortex и кормового антибиотика на основе 20% хлортетрациклина на обмен энергии в организме бройлеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Работа была выполнена в соответствии с протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). Согласно правилам Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН были выполнены все процедуры над животными.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры (кросс Арбор Айкрес).

Используемые вещества. Экстракт коры дуба (Quercus cortex) и кормовой антибиотик Биовит (хлортетрациклин 20%) (Табл. 1).

Схема эксперимента. В условиях вивария и ЦКП ФНЦ БСТ РАН (Оренбург, Россия) был проведен эксперимент. Схема экспериментального исследования представлена в таблице 2.

Состав рациона (%): пшеница – 48; ячмень – 2,7; кукуруза – 7,6; соевый шрот (46% СР) – 25,5; подсолнечный шрот (38% СР) – 7,4; подсолнечное масло – 5,1; дикальцийфосфат – 1,7; мел кормовой – 1,0; известняк – 0,6; соль – 0,4; DL-

Таблица № 1

Общая характеристика кормового антибиотика

Название	Компонент	Количество	Производитель
Биовит-200	хлортетрациклин, г/кг витамин $B_{12,}$ мг/кг	200 20	Сиббиофарм, Россия

Таблица 2

Схема экспериментального исследования

Группа	Количество бройлеров в группе, гол	Рацион питания
Контрольная	30	ОР
I	30	ОР + экстракт *Quercus cortex* (0,2 мл/кг корма)
II	30	ОР + Биовит 200 – 20% хлортетрациклин (0,63 г/кг ж.м./сут)
III	30	ОР + экстракт *Quercus cortex* (0,2 мл/кг корма) + Биовит 200 – 20% хлортетрациклин (0,63 г/кг ж.м./сут)

Примечание: ОР – основной рацион

метионин – 0,19; L-Лизин – 0,36; бикарбонат натрия – 0,12; витаминно-минеральный премикс – 2,1 (7-28 дн. возраст, с последующей корректировкой состава рациона).

Микроклимат в помещении соответствовал рекомендациям и требованиям ВНИТИП (2010). Кормление и поение птицы осуществлялось групповым способом в соответствии с рекомендациями ВНИТИП. Период экспериментального исследования составил 42 дня. Исследование проведено в трёх повторностях.

Обмен энергии. Уровни содержания чистой (ЧЭпод) и обменной энергий (ОЭпод) были рассчитаны, учитывая данные ежесуточного взвешивания птицы, и рекомендаций ВНИТИП (2004), по формуле (1):

ЧЭпод = 347 х М0,75, ОЭпод = 1,22 х ЧЭ под (1)

При рассмотрении соответствия между двумя критериями: условия кормления и потребности организма в метаболитах использовалась зависимость, предложенная K.L. Blazter [18], по которой (2):

КПИ ОЭ = К х КОЭ (2)

Уровень соответствия обменов (пластического и энергетического) был рассчитан с использованием величины энергопротеинового отношения (ЭПО) [19] (3):

ЭПО = содержание обменной энергии в 1 кг корма, ккал / процентное

содержание протеина в рационе (3)

Уровень валовой энергии (ВЭ) определялся по формуле [20] (4):

ВЭ = 23,95*СП+39,77*СЖ+20,05*СК+17,46*СБЭВ (4)

Обменная энергия – по формуле (5):

ОЭ=17,84*ПП+39,78*ПЖ+17,71*(ПК+ПБЭВ) (5)

Статистический анализ. Полученные данные обрабатывались с использованием программы «Statistica 10.0» («Stat Soft

Inc.», США).

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Важной характеристикой обменных процессов, которые протекают в организме животных, является уровень эффективности потребления обменной энергии. Показатели процесса синтеза продукции и его эффективность были подвижными характеристиками, о чем свидетельствуют полученные результаты.

I и III группы характеризовались увеличением показателя чистой энергии продукции на 2,91 и 1,14 % ($p \leq 0,05$) (рис. 1 Б), при росте КПИ ОЭ (рис. 1В), при этом во II группе этот показатель был на 2,71% ниже, относительно контроля.

Экстракт Quercus cortex как самостоятельно, так и в сочетании с кормовым антибиотиком Биовит 200 влиял на рост коэффициента соответствия, при ЭПО во всех группах не выше 0,21 (рис. 1Г).

Отмечено увеличение уровня питания на 10,8 ($p \leq 0,05$) и 5,39 % в I и III группах, при снижении данного показателя на 1,8 % во II группе, относительно контроля (рис. 1В). В I и III группах наблюдалось повышение концентрации ОЭ (на 0,4 и 0,2 МДж/кг СВ) (рис. 1Д), на фоне роста показателя соответствия.

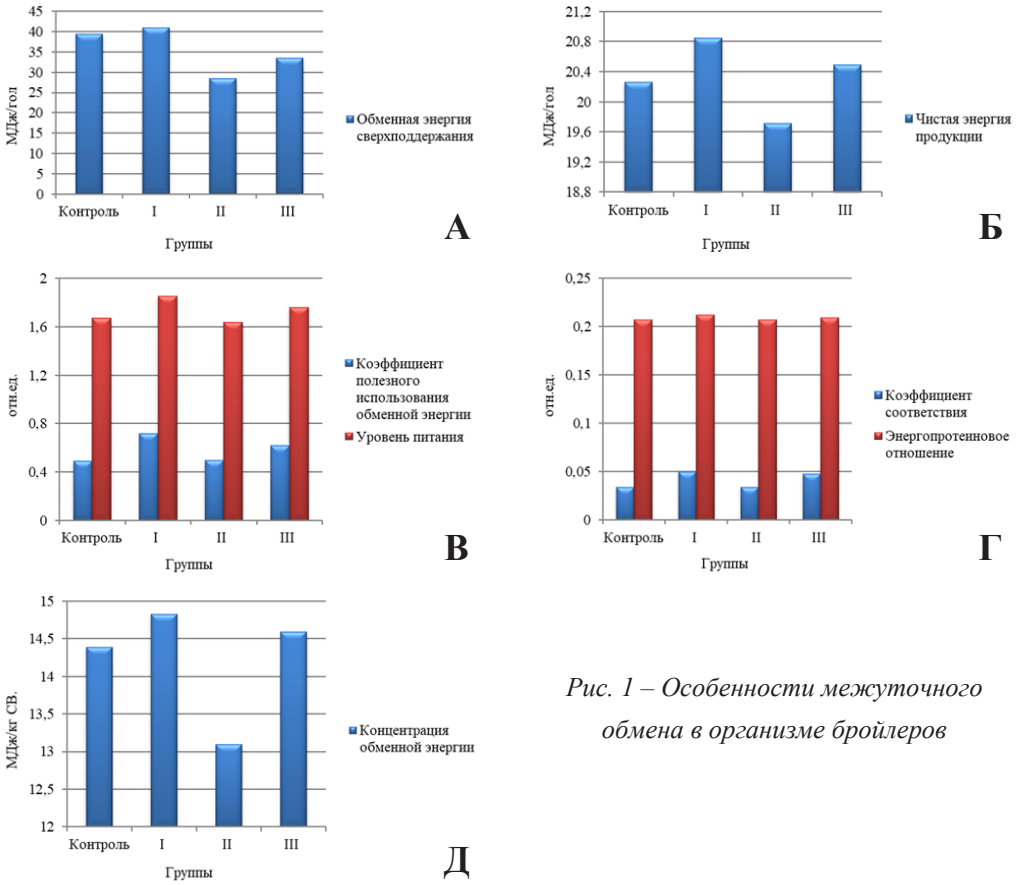


Рис. 1 – Особенности межуточного обмена в организме бройлеров

В ходе исследования процесса трансформации энергии корма в организм птицы установлено накопление 11,9 МДж/гол чистой энергии в организме птицы I группы за период экспериментального исследования (рис. 2А), процент от уровня ВЭ был 28,0 % (рис. 2Б).

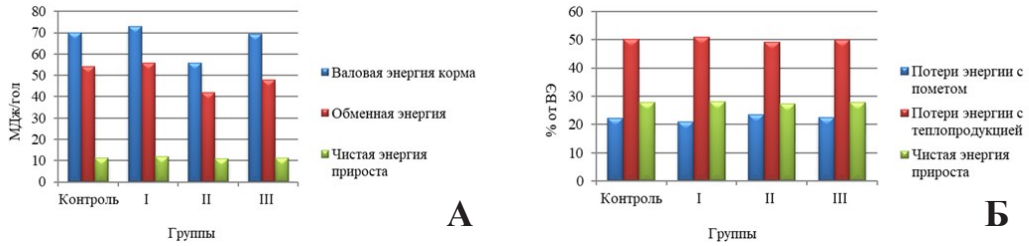


Рис. 2 – Баланс энергии в организме бройлеров за эксперимент. А) Валовая энергия корма; обменная энергия; чистая энергия прироста, МДж/гол. Б) Потери энергии с пометом; потери энергии с теплопродукцией; чистая энергия прироста, % от ВЭ.

Наиболее низкий уровень поступления ВЭ наблюдался в организме птиц II группы (55,79%), что на 14,1 МДж/гол меньше, чем в контроле, на фоне высокого поступления ВЭ в I группе (72,91%), что на 3,0 МДж/гол больше относительно контроля. Установлено, что потери обменной энергии с экскрементами снизились на 1,1 % в I группе, при росте данного показателя на 1,3 % у птицы во II группе при сравнении с особями контрольной группы. Отмечено увеличение на 8,80 % ($p \leq 0,05$) чистой энергии прироста (% от ВЭ) в I группе, относительно контроля.

Анализируя результаты показателей процессов трансформации энергии и протеина корма в организм бройлеров установлено увеличение содержания протеина в I группе ($p \leq 0,05$). Содержание протеина в I группе составило 367,1 г/гол, а во II и III группах – на 10,87 и 8,09 % меньше. Отличие от контроля в содержании энергии в I, II и III группах составило 5,81; 2,61 и 1,57 %. Изменение в содержании белка и энергии у птицы I и III групп отразилось на показателях конверсии протеина и энергии. Показатель конверсии протеина был больше на 18,9 % у бройлеров I группы относительно контроля.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

При анализе межуточного обмена было установлено, что применение экстракта *Quercus cortex*, как самостоятельно, так и в сочетании с кормовым антибиотиком Биовит 200 в рационе ведет к росту чистой энергии продукции на 2,91 и 1,14 % ($p \leq 0,05$), при росте КПИ ОЭ , что имеет связь с увеличением показателя соответствия. Количество энергии, которая поступила в организм бройлеров I и III групп, шла на процесс теплообразования при уменьшении расхода энергии на потери с экскрементами. При уменьшении количества потерь энергии с пометом, при росте КПИ ОЭ, а также показателя соответствия происходит оптимальное потребление энергии для процесса синтеза тканей в группах, которые получали экстракт Quercus cortex как самостоятельно, так и в сочетании с кормовым антибиотиком Биовит 200. Установленный факт является свидетельством того, что набор потребностей и метаболитов птицы находятся в равновесии друг с другом, при энергопротеиновом отношении во всех группах не выше величины 0,21.

ENERGY METABOLISM IN ORGANISM OF BROILERS WHEN INTRODUCING QUERCUS CORTEX EXTRACT AND CHLORTETRACYCLINE IN THE DIET

Duskaev G.K. – Doctor of biological sciences, chief researcher; **Rusakova E.A.*** – Candidate of biological sciences, senior researcher; **Lazebnik K.S.** – Junior Researcher.

FSBI FNC BST RAS

*elenka_rs@mail.ru

The research was carried out on the topic of research No. FNWZ-2022-0010.

ABSTRACT

Feed antibiotics are widely used in the diet of poultry as growth stimulants, to maintain health and increase productivity. However, their use carries some risks, which leads to a reduction in the use of antibiotics in diets. Therefore, the search for an alternative that can minimize the negative effect of antibacterial substances is a global task. Plants containing phytochemical compounds are of great interest in the search. One of such phytobiotics is oak bark (Quercus cortex), some of its components act as agents of alternative antibacterial strategies (blocking of the Quorum Sensing signaling system (QS)). However, studies on the effects of Quercus cortex are few. It is interesting to study the additional effects of this phytobiotic in combination with other biologically active substances (probiotics, enzymes and antibiotics in small doses). Based on this, the purpose of this work was to evaluate the effect of Quercus cortex extract and Biovit 200 feed antibiotic based on 20% chlortetracycline on energy metabolism in broiler chickens.

The study was conducted using generally accepted methods of analyzing metabolic processes in the body of a bird. The calculation of net and exchange energies, energy protein ratio, coefficient of productive use of exchange energy, gross energy was made.

The results obtained allow us to conclude that the inclusion of Quercus cortex extract at a dosage of 0,2 ml/kg both independently and in combination with Biovit 200 at a dosage of 0,63 g/kg w.m./ day contributed to a reduction in the amount of energy loss with excrement with an increase in the KPI of OE and the compliance indicator, which shows a more rational use of energy for the process of tissue synthesis in the body of birds of I and III groups.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Castillo-Lypez R.I. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production / R.I. Castillo-Lypez, E.P. Gutiérrez-Grijalva, N. Leyva-López, L.X. López-Martínez, J.B. Heredia // J. Anim. Plant Sci. – 2017. – V. 27. – No. 2. – pp. 349 –359.

2. Kvan O.V. Influence of the composition of the oak bark extract and chlortetracycline on hematological blood parameters of broiler chickens / O.V. Kvan, G.K. Duskaev, E.V. Sheida, S. Rakhmatullin, D.B. Kosyan // E3S Web of Conferences – 2019. – V. 118. – P. 01017. doi: 10.1051/ e3sconf/201911801017.

3. Allen H.K. Treatment, promotion,commotion: antibiotic alternatives in food- producing animals / H.K. Allen, U.Y. Levine, T. Looft, M. Bandrick, T.A. Casey // Trends. Microbiol. – 2013. – V. 21. – No. 3. – pp. 114-119. doi: 10.1016/ j.tim.2012.11.001.

4. Castanon J.I.R. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds / J.I.R. Castanon // Poult.Sci. – 2007. – V. 86. – No. 11. – pp. 2466-2471. doi: 10.3382/ps.2007-00249.

5. Redondo L.M. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry / L.M. Redondo, P.A. Chacana, J.E. Dominguez, M.E. Fernandez Miyakawa // Front. Microbiol. – 2014. – V. 5 – pp. 118-124. doi: 10.3389/fmicb.2014.00118.

6. Багиров В.А. Включение экстракта Quercus cortex в рацион бройлеров изменяет их убойные показатели и биохимический / В.А. Багиров, Г.К. Дускаев, Н.М. Казачкова, Ш.Г. Рахматуллин, Е.В. Яушева, Д.Б. Косян, Ш.А. Макаев, Х.Б. Дусаева // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53. – № 4. – С. 799-810.

7. Казачкова Н.М. Альтернатива антибиотикотерапии в животноводстве – применение лекарственных растений / Н.М. Казачкова, С.Р. Ишбулатова, Г.К. Дускаев // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4-3.

8. Багиров В.А. Метагеномный анализ микробиома кишечника и биохимический состав мяса бройлеров при использовании растительного экстракта Quercus cortex в рационах / В.А. Багиров, А.С. Ушаков, Г.К. Дускаев, О.В. Кван, Ш.Г. Рахматулин, Е.В. Яушева, И.А. Вершинина //

Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55. – № 4. – С. 682-696.
9. Al-Tohamy R. Phytochemical analysis and assessment of antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plant species from Egyptian flora / R. Al-Tohamy, S.S. Ali, K. Saad-Allah, M. Fareed, A. Ali, A. El-Badry, N.A. El-Zawawyb, J. Wua, J. Suna, G. Maof, P.F. Rupani // Journal of Applied Biomedicine. – 2018. – V. 16. – No. 4. – pp. 289-300. doi: 10.1016/ j.jab.2018.08.001.
10. Толмачева А.А. Лекарственные растения и их компоненты как ингибиторы системы quorum sensing первого типа у бактерий (на примере Chromobacterium violaceum) // автореферат дис. кандидата биологических наук / Ин-т биохимии и физиологии растений и микроорганизмов. Саратов, – 2016.
11. Deryabin D.G. Antibacterial and anti-quorum sensing molecular composition derived from Quercus cortex (Oak bark) extract / D.G. Deryabin, A.A. Tolmacheva // Molecules. – 2015. – V. 20. – No. 9. – pp. 17093-17108. doi: 10.3390/ molecules200917093.
12. Deryabin D. Coumarin's anti-quorum sensing activity can be enhanced when combined with other plant-derived small molecules / D. Deryabin, K. Inchagova, E. Rusakova, G. Duskaev // Molecules. – 2021. – V. 26. – No. 1. – doi: 10.3390/ molecules26010208.
13. Gessner D.K. Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals / D.K. Gessner, R. Ringseis, K. Eder // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. – 2017. – V. 101. – No. 4. – pp. 605-628. doi: 10.1111/ jpn.12579.
14. Hammod Ali J. The Effect of Adding Oak Bark Powder to the Diet on Some Productive and Immunological Characteristics of Broiler Chicks / Ali J. Hammod, Aqeel Y. Alshukri, Ammar H. Areaaer, Khalil A. Alfertosi and Ali F. Alyasari // International Journal of Poultry Science. – 2019. – V. 18. – pp. 7-13. doi: 10.3923/ijps.2019.7.13.
15. Дускаев Г.К. Изменение продуктивных качеств цыплят-бройлеров на фоне энзимосодержащей диеты и экстракта Quercus cortex / Г.К. Дускаев, Н.М. Казачкова, А.С. Ушаков, Б.С. Нуржанов, А.Ф. Рысаев, Ш.Г. Рахматуллин, Н.И. Рябов // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т. 102. – № 2. – С. 125-135. doi:10.33284/2658-3135-102-2-125.
16. Duskaev G. Effects of Bacillus cereus and coumarin on growth performance, blood biochemical parameters, and meat quality in broilers / G. Duskaev, S. Rakhmatullin, O. Kvan // Veterinary World. – 2020. – V. 13. – No. 11. – pp. 2484-2492. doi: 10.14202/ VETWORLD.2020.2484-2492.
17. Дускаев Г.К. Оценка воздействия на кишечную микрофлору птицы веществ, обладающих антибиотическим, пробиотическим и анти-quorum sensing эффектами / Г.К. Дускаев, Е.А. Дроздова, Е.С. Алешина, А.С. Безрядина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 11 (211) – С. 84–87.
18. Blaxter K.L. The energy metabolism of ruminates / K.L. Blaxter // Zondon Hutehininson. –1962. – pp. 547.
19. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейменов // М.: Россельхозакадемия. – 2003. – 283 с.
20. Менькин В.К. Кормление сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1997. – 303 с.

REFERENCES

1. Castillo-Lopez R.I. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production / R.I. Castillo-Lopez, E.P. Gutiérrez-Grijalva, N. Leyva-López, L.X. López-Martínez, J.B. Heredia // J. Anim. Plant Sci. – 2017. – V. 27. – No. 2. – pp. 349 –359.
2. Kvan O.V. Influence of the composition of the oak bark extract and chlortetracycline on hematological blood parameters of broiler chickens / O.V. Kvan, G.K. Duskaev, E.V. Sheida, S. Rakhmatullin, D.B. Kosyan // E3S Web of Conferences – 2019. – V. 118. – P. 01017. doi: 10.1051/ e3sconf/201911801017.

3. Allen H.K. Treatment, promotion,commotion: antibiotic alternatives in food- producing animals / H.K. Allen, U.Y. Levine, T. Looft, M. Bandrick, T.A. Casey // Trends. Microbiol. – 2013. – V. 21. – No. 3. – pp. 114-119. doi: 10.1016/ j.tim.2012.11.001.
4. Castanon J.I.R. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds / J.I.R. Castanon // Poult.Sci. – 2007. – V. 86. – No. 11. – pp. 2466-2471. doi: 10.3382/ps.2007-00249.
5. Redondo L.M. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry / L.M. Redondo, P.A. Chacana, J.E. Dominguez, M.E. Fernandez Miyakawa // Front. Microbiol. – 2014. – V. 5 – pp. 118-124. doi: 10.3389/fmicb.2014.00118.
6. Bagirov V.A. Inclusion of Quercus cortex extract in the diet of broilers changes their slaughter parameters and biochemical / V.A. Bagirov, G.K. Duskaev, N.M. Kazachkova, Sh.G. Rakhmatullin, E.V. Yausheva, D.B. Kosyan, Sh.A. Makaev, H.B. Dusaeva // Agricultural biology. – 2018. – V. 53. – No. 4. – pp. 799-810. [in Russ.]
7. Kazachkova N.M. Alternative to antibiotic therapy in animal husbandry – the use of medicinal plants / N.M. Kazachkova, S.R. Ishbulatova, G.K. Duskaev // International Student Scientific Bulletin. – 2017. – No. 4-3. [in Russ.]
8. Bagirov V.A. Metagenomic analysis of the intestinal microbiome and biochemical composition of broiler meat when using vegetable extract of Quercus corte in diets / V.A. Bagirov, A.S. Ushakov, G.K. Duskaev, O.V. Kvan, Sh.G. Rakhmatulin, E.V. Yausheva, I.A. Vershinina // Agricultural biology. – 2020. – Vol. 55. – No. 4. – pp. 682-696. [in Russ.]
9. Al-Tohamy R. Phytochemical analysis and assessment of antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plant species from Egyptian flora / R. Al-Tohamy, S.S. Ali, K. Saad-Allah, M. Fareed, A. Ali, A. El-Badry, N.A. El-Zawawyb, J. Wua, J. Suna, G. Maof, P.F. Rupani // Journal of Applied Biomedicine. – 2018. – V. 16. – No. 4. – pp. 289-300. doi: 10.1016/ j.jab.2018.08.001.
10. Tolmacheva A.A. Medicinal plants and their components as inhibitors of the quorum sensing system of the first type in bacteria (by the example of Chromobacterium violaceum) // abstract of the Candidate of Biological Sciences / Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms. Saratov, – 2016. [in Russ.]
11. Deryabin D.G. Antibacterial and antiquorum sensing molecular composition derived from Quercus cortex (Oak bark) extract / D.G. Deryabin, A.A. Tolmacheva // Molecules. – 2015. – V. 20. – No. 9. – pp. 17093-17108. doi: 10.3390/ molecules200917093.
12. Deryabin D. Coumarin's anti-quorum sensing activity can be enhanced when combined with other plant-derived small molecules / D. Deryabin, K. Inchagova, E. Rusakova, G. Duskaev // Molecules. – 2021. – V. 26. – No. 1. – doi: 10.3390/ molecules26010208.
13. Gessner D.K. Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals / D.K. Gessner, R. Ringseis, K. Eder // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. – 2017. – V. 101. – No. 4. – pp. 605-628. doi: 10.1111/jpn.12579.
14. Hammod Ali J. The Effect of Adding Oak Bark Powder to the Diet on Some Productive and Immunological Characteristics of Broiler Chicks / Ali J. Hammod, Aqeel Y. Alshukri, Ammar H. Areaaer, Khalil A. Alfertosi and Ali F. Alyasari // International Journal of Poultry Science. – 2019. – V. 18. – pp. 7-13. doi: 10.3923/ijps.2019.7.13.
15. Duskaev G.K. Change in productive qualities of broiler chickens against the background of an enzyme-containing diet and Quercus cortex extract / G.K. Duskaev, N.M. Kazachkova, A.S. Ushakov, B.S. Nurzhanov, A.F. Rysaev, Sh.G. Rakhmatullin, N.I. Ryabov // Animal husbandry and feed production. – 2019. – V. 102. – No. 2. – pp. 125-135. doi:10.33284/2658-3135-102-2-125. [in Russ.]
16. Duskaev G. Effects of Bacillus cereus and coumarin on growth performance, blood biochemical parameters, and meat quality in

broilers / G. Duskaev, S. Rakhmatullin, O. Kvan // Veterinary World. – 2020. – V. 13. – No. 11. – pp. 2484-2492. doi: 10.14202/VETWORLD.2020.2484-2492.

17. Duskaev G.K. Assessment of the impact on the intestinal microflora of poultry of substances with antibiotic, probiotic and anti-quorum sensing effects / G.K. Duskaev, E.A. Drozdova, E.S. Alyoshina, A.S. Bezryadina // Bulletin of Orenburg State University. – 2017. – No. 11 (211) – pp. 84-87. [in Russ.]

18. Blaxter K.L. The energy metabolism of ruminates / K.L. Blaxter // Zondon Hutehininson. –1962. – pp.547.

19. Kalashnikov A.P. Norms and rations of feeding farm animals / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin, V.V. Shcheglov, N.I. Kleimenov // Moscow: Rosselkhoznadzor Academy. - 2003. – 283 p. [in Russ.]

20. Menkin, V.K. Feeding of farm animals. – Moscow: Kolos, 1997. – 303 p. [in Russ.]

УДК: 637.56’81.06:597.56:577.21
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.124

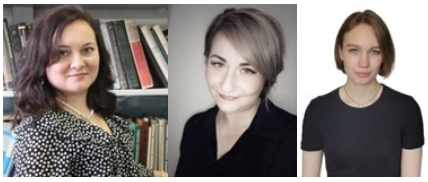
ВЫЯВЛЕНИЕ ВИДОВОЙ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ ПРИ ПОМОЩИ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ

Калюжная Т.В. * – к. вет. н., доц. кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы (ORCID 0000-0002-8682-1840), **Орлова Д.А.** – к. вет. н., доц. кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, (ORCID 0000-0002-8163-8780), **Жмуркина П.С.** – студент 4 курса факультета ветеринарно-санитарной экспертизы.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, Россия
*tomagafk087@mail.ru

Ключевые слова: печень трески, видовая фальсификация, ПЦР, видовая принадлежность, молоки рыб, ДНК трески, ДНК горбуши.
Keywords: cod liver, species falsification, PCR, species, fish milk, cod DNA, pink salmon DNA.

Поступила: 15.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ

С увеличением потребительского спроса на рыбопродукты возросло количество предприятий, предлагающих на рынке свою продукцию, что привело к снижению качества этих товаров. Печень трески является дорогостоящим сырьем для производства консервов. Чтобы снизить затраты на производство продукции, производители заменяют печень трески на молоки лососевых рыб, в частности горбуши, что является видовой фальсификацией. Для выявления фальсификации в лабораторной практике используются современные методы исследования рыбы и рыбной продукции. Преимущество этого метода заключается в том, что он является наиболее специфичным и чувствительным для идентификации видовой принадлежности сырьевого состава продукции и готового продукта, так как молекула ДНК под воздействием физических или химических параметров не утрачивает способность выполнять информативную функцию, что характеризует ее как наиболее стабильную структуру любого животного организма. Исследования осуществляли в условиях отдела молекулярных исследований Северо-Западного филиала ФГБУ ВНИИЗЖ. Материалом исследования стали 12 образцов рыбных консервов стерилизованных из печени трески атлантической. На первом этапе осуществляли пробоподготовку путем гомогенизации образцов в ступки, затем отбирали по 8 проб каждого образца, проводили экстрагирование ДНК при помощи набора «ГМО-Сорб-Б». На следующем этапе используя амплификатор «Rotor-Gene 6000» ставили полимеразную цепную реакцию, с помощью наборов для выявления ДНК рыб трески, пикши, минтая и ДНК рыб семейства лососёвых и дифференциации видов: горбуши, кеты и нерки. В результате проведенных исследований установили, что в одном образце заявленная в составе печень трески не обнаружена, так как во всех пробах из этого образца не обнаружено содержание рыб семейства тресковых, а установлено наличие ДНК горбуши. Полученные результаты свидетельствуют о видовой фальсификации консервов печени трески.

ВВЕДЕНИЕ/ INTRODUCTION

Атлантическая треска входит в пятерку самых потребляемых видов рыб в России, кроме того, ее используют в рыбопререрабатывающей промышленности с целью производства рыбных продуктов, в том числе консервов из ее печени. Употребление этих видов консервов рекомендовано регулярно ввиду высокой питательной ценности этого продукта, обусловленной содержанием нутриентов, таких как полноценные белки и жиры, микро и макроэлементы, необходимых для нормального физиологического состояния организма человека [1, 2]. С увеличением потребительского спроса на рыбопродукты возросло количество предприятий, предлагающих на рынке свою продукцию, что привело к снижению качества этих товаров. Это обусловлено тем, что производитель в погоне за прибылью использует низкокачественное сырье, а порой просто фальсифицирует продукт путем подмены печени трески молоками рыб или паштетом из рыб [3, 4]. Такую фальсификацию очень сложно установить органолептическими методами, потому что после применения термической обработки, пищевых добавок и другого вспомогательного сырья характеристики готового продукта с использованием печени трески или молок рыб имеет сходство. Так, вкус и запах таких продуктов приятный, специфический, свойственный данному виду рыбы, без постороннего; цвет – от кремового до серого.

В рамках действующего законодательства РФ запрещена любая фальсификация пищевых продуктов, поэтому ее выявление является одной из приоритетных задач контролирующих органов, в том числе в процессе их реализации. Фальсификация не только вводит в заблуждение потребителя продукта, но и может стать причиной возникновения отравлений человека и прочее. Производители, реализующие фальсифицированную продукцию, несут ответственность в соответствии с действующими административным и уголовным кодексами РФ.

Для выявления фальсификации пищевых продуктов в лабораторную практику внедряются современные методы, позволяющие наиболее точно установить ее наличие. Одним из таких методов является метод полимеразной цепной реакции, установленный в нормативных документах и позволяющий определять фальсификацию, как сырья, так и готового продукта. Преимущество его заключается в том, что данный метод является наиболее специфичным и чувствительным, так как молекула ДНК под воздействием физических или химических параметров не утрачивает способность выполнять информативную функцию, что характеризует ее как наиболее стабильную структуру любого животного организма [5]. Одним из видов полимеразной цепной реакции является количественная полимеразная цепная реакция в реальном времени (ПЦР-РВ), используемая для одновременной амплификации и измерения количества молекулы ДНК.

Цель исследования заключалась в выявлении видовой фальсификации консервов печени трески, используя полимеразную цепную реакцию в реальном времени.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования осуществляли в условиях отдела молекулярных исследований Северо-Западного филиала ФГБУ ВНИИЗЖ. Материалом исследования стали 12 образцов рыбных консервов стерилизованных из печени трески атлантической. Все образцы рыбных консервов были зашифрованы в соответствии с Решением Совета ЕЭК от 10.11.2017 № 80 «Об утверждении Правил организации проведения лабораторных исследований (испытаний) при осуществлении ветеринарного контроля (надзора)». Образцы гомогенизировали в ступке, затем отбирали по 8 проб от каждого образца в количестве 100 мг в микроцентрифужные пробирки. Экстрагирование ДНК проводили, используя набор «ГМО-Сорб-Б» («Синтол», Россия), в состав которого входит цетилтриметиламмония бромид - лизирующий реагент ионного детергента. ПЦР-РВ проводили при помощи амплификатора «Rotor-Gene 6000» (Qiagen, Германия). Для первых 4 проб

каждого образца использовали тест-систему для выявления ДНК рыб трески, пикши и минтая («Органик ДНК Тест», Россия). В состав данного набора входят: «ПЦР смесь треска/пикша/минтай», ПЦР буфер, Taq-полимераза, отрицательный контрольный образец (ОКО) для контроля этапа экстракции ДНК, положительный и отрицательный контроли. Для оставшихся проб использовали набор для идентификации ДНК рыб семейства лососёвых и дифференциации видов: горбуши, кеты и нерки («Синтол», Россия), в который входит соответствующая реакционная смесь, ДНК-полимераза (SynTaq T+), положительный (ПКО) и отрицательный (ОКО) контрольные образцы. Для постановки реакции при помощи набора «Треска-Пикша-Минтай» устанавливали следующие параметры программы амплификации: первичная денатурация: 95°С — 5 мин; 40 циклов: 95°С — 15 с; 61°С — 20 с; 72°С — 20 с. При постановке реакции при помощи набора «Горбуша-Кета-Нерка» программа амплификации имела иные параметры: первичная денатурация: 95°С — 5 мин; 40 циклов: 95°С — 15 с; 60°С — 40 с. Учет результатов проведенных исследований проводили в соответствии с установленным программным обеспечением приборов и инструкциями к используемым тест-системам.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В результате постановки ПЦР-РВ с исследуемыми образцами консервов печени трески при помощи тест-системы «Треска-Пикша-Минтай» установили, что в одном из 12 исследуемых образцов отсутствовала ДНК трески (табл. 1).

Из данных, представленных в таблице 1, установили, что в 11 образцах консервов печени трески обнаружено содержание ДНК рыб семейства тресковых так как величина порогового цикла (Ct) образцов по каналу ROX/Orange показала меньшие результаты, чем Ct для К+ по ROX/Orange, кроме того их значения были меньше 35. Величина порогового цикла (Ct) этих же образцов по каналу Cy5/Red также показала меньшие результаты, чем Ct для К+ по Cy5/Red, и их значения были меньше 35, что свидетельствует о том, что во всех образцах обнаружено ДНК рыб искомого семейства. ДНК пикши и минтая во всех исследуемых образцах консервов печени трески обнаружено не было. При следующем проведении ПЦР-РВ при помощи второй тест-системы установили, что в одном из 12 образцов консервов печени трески присутствовала ДНК горбуши (табл. 2). Этим образцом оказался образец один, в котором на предыдущем этапе исследований обнаружили отсутствие ДНК трески (табл. 1).

Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно сделать вывод, что при исследовании одного образца величина

Таблица 1

Результаты ПЦР-РВ при помощи тест-системы «Треска-Пикша-Минтай»

Образец	Каналы роста сигнала флуоресценции			
	ДНК минтая (Gadus chalcogrammus) FAM/Green	ДНК пикши (Melanogrammus aeglefinus) R6G/HEX/JOE/Yellow	ДНК трески (Gadus morhua) ROX/Orange	ДНК искомых рыб Cy5/Red
К+	22,12	22,35	21,09	21,24
1	ДНК данных видов рыб не обнаружено		ДНК данных видов рыб не обнаружено	
2			18,45	18,09
3			18,15	17,85
4			19,38	18,84
5			17,83	17,03
6			17,31	17,05
7			19,65	18,36
8			18,24	17,20
9			17,33	17,25
10			19,25	18,20
11			17,65	17,15
12			18,35	18,27

Таблица 2

Результаты ПЦР-РВ с помощью тест-системы «Горбуша-Кета-Нерка»

<table>
<tr><td rowspan="2">Образец</td><td colspan="4">Каналы роста сигнала флуоресценции</td></tr>
<tr><td>ДНК кеты (Oncorhynchus keta) R6G/HEX/JOE/ Yellow</td><td>ДНК нерки (Oncorhynchus nerka) ROX/Orange</td><td>ДНК горбуши (Oncorhynchus gorbuscha) FAM/Green</td><td>ДНК искомых рыб Cy5/Red</td></tr>
<tr><td>ПКО</td><td>23,51</td><td>23,53</td><td>24,65</td><td>18,24</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2" rowspan="12">ДНК данных видов рыб не обнаружено</td><td>17,58</td><td>16,10</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2" rowspan="11">ДНК данных видов рыб не обнаружено</td></tr>
<tr><td>3</td></tr>
<tr><td>4</td></tr>
<tr><td>5</td></tr>
<tr><td>6</td></tr>
<tr><td>7</td></tr>
<tr><td>8</td></tr>
<tr><td>9</td></tr>
<tr><td>10</td></tr>
<tr><td>11</td></tr>
<tr><td>12</td></tr>
</table>

порогового цикла (Ct) образцов по каналу FAM/Green показало меньшие результаты, чем Ct для ПКО по FAM/Green, что свидетельствует о наличие в этом образце ДНК горбуши. В остальных образцах ДНК горбуши выявлено не было. ДНК кеты и нерки во всех исследуемых образцах консервов печени трески не обнаружено. Таким образом, заявленная в составе консервов печень трески не идентифицирована только в одном исследуемом образце.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В результате проведённых исследований установили в одном из исследуемых образцов консервов подмену печени трески молоками горбуши при их производстве, что свидетельствует о видовой фальсификации. Такая продукция в соответствии с действующим законодательством нашей страны не должна реализовываться, а производитель должен нести ответственность за его нарушение. По органолептическим показателям невозможно определить видовую фальсификацию консервов печени трески, так как молоки горбуши и печень трески после консервирования высокими температурами обладают схожими характеристиками, такими как цвет, консистенция, запах и др., поэтому полимеразная цепная реакция является одним из самых преимущественных методов идентификации пищевых продуктов и сырья для их производства.

DENTIFICATION OF SPECIFIC FALSIFICATION OF COD LIVER BY POLYMERASE CHAIN REACTION

Kalyuzhnaya T.V. *– PhD of veterinary science, Associate Professor; **Orlova D.A.** – PhD of veterinary science, Associate Professor; **Zhmurkina P.S. –** 4th year student of the Faculty of Veterinary and Sanitary Expertise. SPbSUVM

*tomagafk087@mail.ru

ABSTRACT

With the increase in consumer demand for fish products, the number of enterprises offering their products on the market has increased, which has led to a decrease in the quality of these goods. Cod liver is an expensive raw material for the production of canned food. In order to reduce production costs, manufacturers replace cod liver with salmon milk, in particular pink salmon, which is a species falsification. Modern methods of fish and fish products research are used to detect falsification in laboratory practice. The advantage of this method is that it is the most specific and sensitive for identifying the species of the raw material composition of the product and the finished product, since the DNA molecule does not

lose its ability to perform an informative function under the influence of physical or chemical parameters, which characterizes it as the most stable structure of any animal organism. The research was carried out in the conditions of the Department of Molecular Research of the North-Western branch of the FGBI VNIIZH. The research material was 12 samples of canned fish sterilized from the liver of Atlantic cod. At the first stage, sample preparation was carried out by homogenizing samples into mortars, then 8 samples of each sample were taken, DNA extraction was carried out using a set of "GMO-Sorb-B". At the next stage, using the "Rotor-Gene 6000" amplifier, a polymerase chain reaction was set up, using kits for detecting the DNA of cod, haddock, pollock and DNA of salmon fish and differentiating species: pink salmon, chum salmon and sockeye salmon. As a result of the conducted studies, it was established that the liver of cod declared in the composition was not detected in one sample, since the content of cod fish was not detected in all samples from this sample, but the presence of pink salmon DNA was established. The results obtained indicate the specific falsification of canned cod liver.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Биченова, А. В. Исследование качества и безопасности рыбных консервов из печени трески / А. В. Биченова // Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов, магистрантов и студентов ФГБОУ ВО "Горский государственный аграрный университет". Том 55. Часть III. – Владикавказ : Горский государственный аграрный университет, 2018. – С. 316-319.
2. Фомина, Т. А. Идентификация атлантической трески методом ПЦР в реальном времени / Т. А. Фомина, М. Ю. Минаев, А. А. Махова // Контроль качества продукции. – 2019. – № 11. – С. 24-31.
3. Калюжная, Т. В. Идентификация икры лососевых пород рыб с помощью полимеразной цепной реакции с наблюдением в реальном времени / Т. В. Калюжная, Д. А. Орлова, Г. Н. Родак // Международный вестник ветеринарии. – 2021. – № 4. – С. 88-92. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2021.4.88.
4. Кротенков, В. П. Риски при употреблении отдельных изделий из печени трески / В. П. Кротенков // Вестник Российского университета кооперации. – 2014. – № 4(18). – С. 126-128.
5. Калюжная, Т. В. Послеубойная ветеринарно-санитарная экспертиза и идентификация продуктов убоя нутрии / Т. В. Калюжная // Международный вестник ветеринарии. – 2018. – № 3. – С. 101-104. – DOI 10.17238/issn2072-2419.2018.3.101.
6. Овсянников, А. Г. Анализ мониторинга качества и безопасности мяса и мясопродуктов в рамках государственных закупок / А. Г. Овсянников, Д. А. Орлова, Т. В. Калюжная // Международный вестник ветеринарии. – 2021. – № 2. – С. 83-87. – DOI 10.17238/issn2072-2419.2021.2.83.

REFERENCES

1. Bichenova, A.V. Investigation of the quality and safety of canned fish from cod liver. [Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов, магистрантов и студентов ФГБОУ ВО "Горский государственный аграрный университет"]. 2018; 5: 316 -319 [in Russ.]
2. Fomina, T. A. Identification of Atlantic cod by real–time PCR [Контроль качества продукции]. 2019; 11: 24-31 [in Russ.]
3. Kalyuzhnaya, T. V. Identification of salmon roe by polymerase chain reaction with real-time observation [Международный вестник ветеринарии]. 2021;4:88-92. doi 10.52419 [in Russ.]
4. Krotenkov, V. P. Risks in the use of individual cod liver products [Вестник Российского университета кооперации]. 2014;4:126-128. [in Russ.]
5. Kalyuzhnaya, T. V. Post-slaughter veterinary and sanitary examination and identification of nutria slaughter products [Международный вестник ветеринарии]. 2018;3:101-104. doi 10.17238 [in Russ.]
6. Ovsyannikov, A. G. Analysis of monitoring the quality and safety of meat and meat products in the framework of public procurement [Международный вестник ветеринарии]. 2021;2:83-87. doi 10.17238 [in Russ.]

УДК: 616-001.28-036.11:636.5
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.129

ОЦЕНКА КЛИНИКО-ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПРИ ОСТРОМ РАДИАЦИОННОМ ПОРАЖЕНИИ КУР ЛЕНИНГРАДСКОЙ СИТЦЕВОЙ ПОРОДЫ

Югатова Н.Ю.[1] *– канд. вет. н., доц. кафедры ветеринарной радиобиологии и БЖЧС, (ORCID 0000-0002-0139-3083); **Васильев Р.О.**[1,3] – канд. биол. н., доц. кафедры ветеринарной радиобиологии и БЖЧС, (0000-0002-6564-7791); **Хлесткин В.К.**[2] – канд. хим. н., директор; **Драчев И.С.**[3] – д-р мед. н., начальник научно-исследовательского центра; **Назарова М.Д.** – асс. кафедры ветеринарной радиобиологии и БЖЧС; **Бревнова С.А.** – асп. кафедры ветеринарной радиобиологии и БЖЧС.

[1] ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»; [2] Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального исследовательского центра животноводства - ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, г. Пушкин, Санкт-Петербург,
[3] ФГНУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» МО РФ, г. Санкт-Петербург.
*makrinova.73@mail.ru

Ключевые слова: *острое радиационное поражение, куры, лимфолейкопения, панцитопенический синдром, яйценоскость.*

Keywords: *acute radiation damage, chickens, lymphocytic leukopenia, pancytopenic syndrome, egg production.*

Поступила: 20.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Проблема радиационных поражений организма человека, животных, птиц и отдельных его систем, и органов на фоне использования источников ионизирующих излучений приобрела за последние десятилетия актуальность во всем мире. В случае возникновения аварийной ситуации острое радиационное поражение у птицы будет носить массовый характер и повышать риски развития инфекционных и незаразных заболеваний, за счёт снижения уровня специфической резистентности, низкой эффективности лечебно-профилактических мероприятий и, как следствие, приведет к снижению качества получаемой продукции. Ввиду этого, исследования, направленные на изучение особенностей течения лучевой патологии у кур весьма актуальны, и будут учитываться при разработке и применении радиозащитных рецептур. На курицах породы ленинградская ситцевая проведено изучение особенностей течения острого радиационного поражения, вызванного равномерным однократным облучением в дозах 7 Гр; 9 Гр; 11 Гр и 13 Гр, при мощности 0.99 Гр/мин. Устойчивость к действию ионизирующего излучения оценивали общепринятыми клинико-гематологическими методиками. Под влиянием γ-излучения отмечали выраженные изменения клинических проявлений и сдвиги морфологических показателей периферической крови. Так облучение кур дозами 11 Гр и 13 Гр вызвало развитие острого радиационного поражения крайне тяжелой степени, что привело к выраженному угнетению, отказу от корма, сокращению продолжи-

тельности или отсутствию латентного периода, на фоне резкого лейко- и эритропении. Облучение дозой 9 Гр вызвало острое радиационное поражение тяжелой степени, характеризующейся адинамией, снижением потребления корма, диареей с примесью крови. В крови отмечали лейкопению, которая к 12 сут значений ниже, чем до облучения на 41,9% и эритропению. В течении острого радиационного поражения у кур при облучении в дозе 7 Гр четко прослеживалось развитие начального, латентного, периода разгара и восстановления у выживших особей. Клиническое проявление характеризовалось комплексом диспепсических и нейромоторных нарушений, в крови отмечали умеренную лейкопению. У всех подопытных кур отмечали нарушение яйценоскости, вплоть до полного прекращения на фоне облучения в дозах 11 Гр и 13 Гр. Сделан вывод, что равномерное однократное облучение кур в дозах от 7 Гр до 13 Гр приводит к острому радиационному поражению и отрицательно влияет на продуктивные качества птицы. С целью проведения эксперимента по принципу пар-аналогов было сформировано 5 групп животных по 10 кур в каждой. Определение содержания эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в крови определяли методом подсчета в камере Горяева. Внешнее общее однократное воздействие γ-излучения в дозах 7 Гр, 9 Гр, 11 Гр и 13 Гр привело к развитию острого радиационного поражения средней, тяжелой и крайне тяжелой степени соответственно.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Наиболее перспективной и интенсивно развивающейся отраслью в животноводстве является птицеводство. Эффективность работы этого направления обусловлена меньшими затратами на корма, помещения, получением продукции в короткие сроки и стабильностью развития на фоне высокого спроса у населения. Птицефермы обеспечивают потребителей мясом и яйцом, обладающих низкой калорийностью и высоким содержанием полноценного белка, необходимого для сбалансированного питания человека. В связи с этим, исследование влияния радиационного фактора на птиц, поиск и изучение препаратов и кормовых добавок, обладающих радиопротекторными и радиозащитными свойствами с последующей оценкой качества продукции птицеводства обоснованы, и имеют важное стратегическое значение [1,2].

По выращиванию кур Северо-Западный регион является одним из ведущих в данной отрасли. Кроме того, мясо птицы является наиболее доступным по цене продуктом, что объясняет его популярность среди населения.

Анализ литературных источников подтверждает, что, несмотря на определенную устойчивость птицы к воздействию ионизирующих излучений, даже низкие дозы могут вызвать нежелательные изменения в организме, отражающиеся, в том числе, в количественных и качественных характеристиках продукции птицеводства [3,4].

Научной новизной нашего исследования стало определение особенностей клинико-гематологических проявлений при остром радиационном поражении у кур ленинградской ситцевой породы.

Таким образом, целью нашего исследования стало изучение устойчивости и особенностей развития острого радиационного поражения у кур ленинградской ситцевой породы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Эксперимент выполнен на 50 курах породы ленинградская ситцевая, возрастом 12-14 мес, массой 2,21±0,22 кг. Направление использования птицы – мясо-яичное. Куры поступили из Всероссийского научно-исследовательского института генетики и разведения сельскохозяйственных животных. Все особи прошли карантинирование сроком 14 сут. Птицу содержали в виварии, в условиях, отвечающих основным зоогигиеническим требованиям. Режим дачи корма птице проводили с учетом оптимального фронта кормления с использованием полнорационного комбикорма ПК-1-3. Доступ к

воде свободный, поение осуществлялось ниппельными поилками из расчета 3 поилки на 10 птиц. Птиц содержали в клетках с сетчатым дном по 10 особей в каждой. Проведена серия опытов, в ходе которых по принципу пар-аналогов сформировано 5 групп подопытных птиц, по 10 кур в каждой. Птиц 1–4 подопытных групп подвергали внешнему, тотальному воздействию γ-излучения ^{137}Cs на установке «ИГУР-1». Мощность дозы излучения составляла 0.99 Гр/мин. Поглощённая доза внешнего однократного тотального γ-излучения для птиц 1–4 подопытных групп соответственно составляла: 7 Гр, 9 Гр, 11 Гр и 13 Гр. Пятая группа птиц являлась интактной, подвергалась ложному воздействию ионизирующей радиации. В ходе эксперимента за подопытными птицами было установлено ежедневное наблюдение в течение 30 сут, которое включало в себя оценку клинических признаков поражения, картины крови, определение массы тела, регистрацию гибели, а также оценку яйценоскости. Пробы крови для гематологических исследований отбирали из подкрыльцовой вены. Абсолютное содержание эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в крови выполняли методом подсчета в камере Горяева. Экспериментальную работу проводили в соответствие с требованиями приказа Минздрава России от 01.04.2016 г. № 199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практике», «Этического кодекса» (1985), включающего раздел «Международные рекомендации по проведению медико-биологических исследований с использованием животных», Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (2000), рекомендациями Федерации европейских научных ассоциаций по содержанию и использованию лабораторных животных в научных исследованиях (FELASA). Экспериментальные данные подвергали статистической обработке с использованием программы «Statistica2005+».

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Однократное общее внешнее воздействие γ-излучения в дозе 7 Гр приводило к развитию у птицы острого радиационного поражения средней степени тяжести. Гибель кур отмечали в период первичных реакций на облучение и в период «разгара», что составило 20% и 50% соответственно от птиц группы. Внешнее воздействие γ-излучение на птиц в дозе 9 Гр привело к развитию тяжелой формы острого радиационного поражения и к гибели 50% кур на 12 сут, 60% на 21 сут, к концу опыта все особи группы погибли. Птицы третьей группы, облученные в дозе 11 Гр, гибли к 7, 12 и 21 сут, что составило 50, 80 и 100% от начального числа особей соответственно. Куры четвертой группы (13 Гр) с крайне-тяжелой степенью острого радиационного поражения погибли в течение 24 часов.

Острое радиационное поражение средней степени (первая подопытная группа) проявлялось четко прослеживаемой периодизацией патологического процесса. Начальный период, продолжался до двух суток, у птиц наблюдали нарушение нейромоторных функций, что выражалось в чередовании угнетения и беспокойства, у некоторых отмечали снижение потребления корма, полидипсию. Вследствие компенсаторной реакции нервной системы и гемопоэза, за счет сохранившихся резервов, начальный период сменился латентным, продолжавшемся 7-8 сут. Состояние птиц в этот период оценивалось как удовлетворительное, однако на фоне продолжающегося опустошения костного мозга наблюдали изменения в периферической крови за счет уменьшения количества клеток. В период разгара наблюдали угнетение общего состояния, частичный отказ от корма, гиперемию гребешка и участков кожи.

У кур с тяжелой формой радиационного поражения, облученных в дозе 9 Гр, отмечался непродолжительный период первичных реакций, характеризовавшийся общим угнетением, резким нарушением потребления корма, полидипсией, диареей. Визуально отмечали покраснение и отек гребешка. Латентный период был

непродолжительным, и проявлялся слабовыраженным симптомокомплексом. В крови прогрессировала лимфолейкопения. Период разгара клинически характеризовался развитием геморрагического синдрома, выраженным общим угнетением, отказом от корма. Регистрировали диарею с примесью крови.

У кур третьей и четвертой групп начальный период длился от нескольких часов до суток и отличался резким угнетением общего состояния, кровоизлияниями кожи в области головы и цианозом гребня через 1–2 ч после облучения на фоне прогрессирующей лейкопении. Со вторых суток, без клинически выраженного скрытого периода у птиц развились симптоматические проявления в виде полного отказа от корма, судорожных движений головы и конечностей, взъерошенностью перьевого покрова, диареей с примесью крови. В крови отмечали выраженное уменьшение концентрации лейкоцитов и тромбоцитов.

В ходе эксперимента установлено снижение яйценоскости облученных кур вплоть до полного прекращения, которое напрямую зависело от дозовой нагрузки (Таблица 1).

У некоторых кур, облученных в дозе 7 Гр, яйценоскость сохранялась в процессе развития патологии, однако была значительно снижена. В течение первой недели исследуемый показатель был меньше относительно интактных на 71,4%, тенденция к восстановлению яйценоскости была отмечена к концу опыта на 25-28 сут. У птиц, облученных в дозе 9 Гр яйценоскость резко уменьшилась и к третьей неделе у выживших птиц практически прекратилась. При крайне тяжелой степени острого радиационного поражения наблюдали полное прекращение яйценоскости после воздействия радиационного фактора.

Таблица 1

Динамика яйценоскости кур на фоне тотального однократного внешнего гамма-облучения (n=10)

Срок, нед	Яйценоскость, шт после облучения в дозе				
	интактные	7 Гр	9 Гр	11 Гр	13 Гр
1-ая	42	12	8	0	0
2-ая	45	7	4(2*)	0	-
3-я	39	6	1*	-	-
4-ая	42	14	-	-	-

*– *яйца без скорлупы*

Таблица 2

Динамика массы кур на фоне тотального внешнего однократного воздействия γ-излучения (n=10).

Доза облучения	Масса, кг на срок облучения, сут				
	До облучения	7	12	21	30
0 (интактные)	–	2,18±0,42	2,23±0,21	2,32±0,28	2,45±0,24
7 Гр	2,25±0,21	2,16±0,31	1,95±0,25#	1,96±0,12	1,97±0,19
9 Гр	2,18±0,13	1,98±0,22	1,87±0,23	1,72±0,22	–
11 Гр	2,26±0,22	1,95±0,21	1,63±0,22#	–	–
13 Гр	2,16±0,12	–	–	–	–

– достоверность различий относительно интактных животных, согласно критерию Тьюки, составляет ≤0,05

Мониторинг массы тела птицы показал достоверное снижение данного показателя в динамике развития патологического процесса (Таблица 2).

Полученные нами результаты свидетельствуют, что после общего внешнего воздействия γ-излучения отмечалось снижение массы кур всех подопытных групп. В течение 12 сут у особей группы птиц, облученных в дозе 11 Гр, показатель снизился на 27% по сравнению с периодом до воздействия ионизирующего излучения. У птиц, облученных в дозе 9 Гр, уменьшение исследуемого параметра к 21 сут составило 21%. У кур облученных в дозе 7 Гр максимальное понижение живой массы произошло к 12-м сут, что составило 13% по сравнению с массой птиц до облучения. В последующем отмечали увеличение значения показателя, однако к концу эксперимента масса птиц не достигла уровня, отмеченного у контрольной группы и результатов взвешивания до воздействия ионизирующего излучения.

В рамках экспериментального исследования проведено изучение морфологических показателей периферической крови, результаты которых представлены в таблице 3.

Таблица 3

Динамика гематологических показателей в периферической крови кур на фоне однократного внешнего тотального γ-облучения (n=10).

Срок, сут.	Доза облучения, Гр				
	0 (нтактные)	7	9	11	13
Лейкоциты×10^9					
0	18,3±2,3	18,2±1,3	18,6±3,2	19,1±3,4	18,9±3,3
1	18,4±1,4	20,6±2,6	13,4±2,3	11,4±2,2	11,6±2,5
3	18,7±2,1	18,1±2,3	13,2±2,4	10,1±1,4	–
12	19,1±2,1	11,9±2,4	11,4±2,2	8,9±1,2	–
30	18,9±3,5	12,3±1,2*	10,8±1,1#	–	–
Эритроциты×10^{12}					
0	2,92±0,26	2,89±0,35	2,85±0,24	2,92±0,21	2,94±0,26
1	2,91±0,35	2,86±0,32	2,79±0,32	2,89±0,35	1,67±0,32
3	2,96±0,32	2,84±0,31	2,80±0,24	2,76±0,34	–
12	3,01±0,24	2,56±0,35	2,60±0,31	1,89±0,24	–
30	2,92±0,36	2,61±0,21	2,63±0,24#	–	–
Тромбоциты×10^9					
0	47,2±3,4	48,2±5,6	46,3±4,3	46,9±5,7	47,5±4,4
1	45,6±3,7	47,8±5,3	46,2±3,6	44,3±4,9	35,1±5,3
3	45,8±2,9	47,3±3,1	45,6±3,4	39,2±3,8	–
12	49,2±2,4	42,2±2,8	34,3±2,8	25,6±4,3	–
30	48,5±3,1	42,3±2,1#	35,3±1,13#	–	–

** — достоверность различий относительно интактных животных, согласно критерию Тьюки, составляет £0,05; # — достоверность различий относительно животных подопытной группы относительно фоновых значений, согласно критерию Тьюки, составляет £0,05*

Внешнее общее облучение γ-излучением в дозе 7 Гр в первые сутки вызывало повышение числа клеток белой крови на 13%, что, скорее всего, является следствием вегетативно-сосудистых реакций и перераспределением крови, однако в последующие сроки наблюдения исследуемый показатель снижался и к 12 сут эксперимента уменьшился на 34,6%, относительно особей данной группы до облучения, а к завершающему этапу наблюдений уровень лейкоцитов возрос, но оставался ниже показателей у кур до облучения на 32,4%, и на 34,9% относительно интактных птиц.

При исследовании количества эритроцитов отмечена их устойчивость к радиационному фактору. У особей, облученных в дозе 7 Гр к 12 сут наблюдений численность эритроцитов снизилась на 11,4%, к 30 сут отмечали повышение, однако показатель оставался ниже исходных значений и показателей у интактных птиц. Анализ динамики тромбоцитов свидетельствует о средней степени радиорезистентности клеток. Их уровень снизился у кур к 30 сут на 12,2%, относительно показателей у птиц до облучения.

У птиц на фоне острого радиационного поражения тяжелой степени, вызванного внешним γ-облучением в дозе облучения 9 Гр, отмечали выраженное уменьшение количества лейкоцитов в 1 сут на 27,9%, в дальнейшем происходило стойкое понижение показателя, достигшее 41,9% к 30 сут, относительно исходных значений, и на 42,8% ниже значений, выявленных у интактных кур. В динамике изменения концентрации эритроцитов у птиц, облученных в дозе 11 Гр отмечали их незначительное уменьшение к 12 сут на 8,7% с последующим увеличением на 30 сут. Уровень тромбоцитов к 30 сут опыта упал на 23,7%, относительно исходных показателей.

У кур, облученных в дозе 11 Гр с крайне-тяжелой формой реакции на воздействие радиации отмечали резкую лейкопению сразу после облучения, их концентрация снизилась к 3 суткам на 47%, а к 12-м суткам у выживших птиц исследуемый показатель уменьшился в 1,8 раза по сравнению с исходными показателями и в 2 раза относительно интактных птиц. В динамике концентрации клеток красной крови у особей данных групп были отмечены значительные изменения. У выживших кур к 12 сут показатель сократился практически в 2 раза, являясь плохим прогностическим признаком для облученной птицы. Аналогичные изменения наблюдали в отношении тромбоцитов, понижение количества которых также было значительным и составило 50%.

У кур, облученных в дозе 13 Гр наблюдали резкую и прогрессирующую лейкопению, количество клеток белой крови к моменту гибели уменьшилось в 2,5 раза, число эритроцитов и тромбоцитов сократилось соответственно на 43% и 26% относительно исходных значений.

Однократное внешнее общее γ-облучение в дозе 7 Гр вызывало у кур острое радиационное поражение средней степени тяжести. Клинико-гематологические изменения, на фоне воздействия ионизирующего излучения, характеризовались выраженной периодизацией патологического процесса, что проявилось в развитии начального, латентного, периода разгара и восстановления. Внешнее тотальное однократное облучение γ-излучением в дозе 9 Гр приводило к развитию острого радиационного поражения тяжелой степени, и сопровождалось укороченным начальным и латентным периодами, выраженными клинико-гематологическими изменениями в период разгара и гибелью всех птиц группы к концу наблюдений. Полученные результаты согласуются с данными, полученными Бударковым В.А [5].

У птиц третьей и четвертой групп на фоне однократного общего облучения ионизирующей радиацией в дозах 11 Гр и 13 Гр наблюдали острое радиационное поражение крайне-тяжелой степени, что привело к значительным изменениям в общем состоянии, картине периферической крови. Гибель птиц третьей подопытной группы отмечали в начальный период (погибло 50% птиц) и в период

разгара (падеж 100% особей был отмечен к 21 сут). Птицы четвертой группы пали в первые 24 ч после облучения, что, вероятно, связано с асфиксией, вызванной развитием отека легких на фоне развившейся гипоксии и токсемии, вследствие нарушения ферментативной деятельности.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Основное клиническое проявление острого радиационного поражения характеризовалось комплексом диспепсических (нарушение потребления корма, диарея) и нейромоторных (угнетение общего состояния, гиподинамия) проявлений, а также местными реакциями кожи в виде гиперемии гребешка, кровоизлияний на безперьевых участках. Предположительно расстройство со стороны органов пищеварения, связано с усилением моторной и секреторной функции кишечника и подавлением процессов всасывания, механизм развития которых связан с расстройством нейрогуморальной регуляции функции желудочно-кишечного тракта. Нейромоторные нарушения возможно связаны с общей интоксикацией организма продуктами свободно-радикального окисления, что согласуется с данными Бударкова В.А. [3,5].

Развитие при остром радиационном поражении средней и тяжелой степени латентного периода вероятно объясняется разрушением и выведением из организма токсических продуктов, циркулирующих в крови и компенсаторными способностями нервной системы. Кроме того, нарушение работы органов кроветворения в этот период еще не достигло значительного развития и могло быть компенсировано за счет резервов организма.

Течение патологического процесса также определялось поражением кроветворной ткани. При средней степени острого радиационного поражения в периферической крови отмечали повышение числа лейкоцитов в первые часы начального периода, как проявление стресс-реакции, что возможно предопределенно выбросом кортизола и согласуется с данными полученными Асташевым Н.П. [1].

В процессе развития патологии, при тяжелой и крайне-тяжелой степени наблюдали стойкую и выраженную лейкопению, являющаяся результатом развития костномозгового и панцитопенического синдромов, связанных с опустошением гемопоэтической ткани и выраженным угнетением всех ростков кроветворения, что также привело к уменьшению числа тромбоцитов и эритроцитов в крови подопытных кур [6,7,8].

Одним из основных клинических проявлений острого радиационного поражения кур был геморрагический синдром. При этом геморрагии различных размеров обнаруживали в коже, слизистых оболочках, при вскрытии в подкожной клетчатке, паренхиме внутренних органов. Отмечали кишечные кровотечения. В основе развития геморрагического синдрома предположительно лежало снижение числа тромбоцитов и их функциональных свойств, за счет ослабление адгезивной и агрегационной способности. Вероятно, этому содействовало нарушение резистентности стенки сосудов микроциркуляторного русла на фоне изменений эндотелиальных клеток и волокнистых соединительно-тканных структур, вследствие развития системной воспалительной реакции, местной гипоксии и истощения антиоксидантной системы в ответ на ионизирующего излучения как стрессовый фактор [9,10,11].

У птиц всех подопытных групп на фоне действия радиации наблюдалось снижение яйценоскости вплоть до полного прекращения. Предполагаем, что в основе данного явления лежит нарушение процесса овогенеза и деструкция скорлуповых желез [12,13].

Таким образом, результаты настоящего экспериментального исследования острого радиационного поражения, в части изучения клинического проявления, изменений в крови, патологоанатомических изменения, а также недостаточностью изученности данной патологии у кур делают перспективным изучение восприимчивости птицы к радиации. Планируется дальнейшее изучение состояния

антиоксидантной системы, функциональной активности морфологических, микроморфометрических показателей, гормонального статуса у облученных кур, что активизирует поиск средств, обладающих радиозащитным действием.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

Внешнее общее однократное воздействие γ-излучения в дозе 7 Гр привело к развитию острого радиационного поражения средней степени тяжести, с выраженными изменениями в крови. К 30 сут уровень лейкоцитов снизился на 32,4%, эритроцитов на 12%, тромбоцитов 14,8%. Летальность составила 50%.

Внешнее общее однократное воздействие γ-излучения в дозе 9 Гр привело к развитию острого радиационного поражения тяжелой степени. Концентрация лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов к 30 сут понизилась на 41,9%, 14,6% и 30% соответственно. Летальность по группе составила 100% к окончанию эксперимента.

Внешнее тотальное однократное воздействию γ-излучения в дозах 11 Гр и 13 Гр привело к развитию острого радиационного поражения крайнетяжелой степени. В периферической крови более чем в 2 раза снизилось содержание лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов. Доза в 11.0 Гр вызвала 100% летальность у птиц к 21 дню наблюдений, а доза 13.0 Гр – падеж всей группы в течение первых суток после облучения.

ASSESSMENT OF THE CLINICAL AND HEMATOLOGICAL STATUS IN ACUTE RADIATION DAMAGE OF LENINGRAD CALICO CHICKENS

Yugatova N.Yu.[1] *– Associate Professor of the Department of Veterinary Radiobiology and BZHS, PhD. veterinarian. Sciences; **Vasiliev R.O.**[1,3] – Associate Professor of the Department of Veterinary Radiobiology and BZHCHS, PhD. biol. sciences; **Khlestkin V.K.**[2] – Director, Candidate of Chemical Sciences; **Drachev I.S.**[3] – Head of the research center, Doctor of Medical Sciences; **Nazarova M.D.**[1] – Assistant of the Department of Veterinary Radiobiology and BZHCHS; **Brevnova S.A.**[1] – Aspirant of the Department of Veterinary Radiobiology and BZHCHS.

[1] - Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State University of Veterinary Medicine»

*makrinova.73@mail.ru

ABSTRACT

The problem of radiation damage to the human body, animals, birds and its individual systems and organs against the background of the use of ionizing radiation sources has acquired relevance throughout the world over the past decades. In the event of an emergency, acute radiation damage in poultry will be massive and increase the risks of developing infectious and non-infectious diseases, due to a decrease in the level of specific resistance, low effectiveness of therapeutic and preventive measures and, as a result, will lead to a decrease in the quality of the resulting product. In view of this, studies aimed at studying the features of the course of radiation pathology in chickens are very relevant and will be taken into account when developing and applying radioprotective formulations

The study of the features of the course of acute radiation damage caused by uniform single irradiation at doses of 7 Gy; 9 Gy; 11 Gy and 13 Gy, at a power of 0.99 Gy/min, was carried out on Leningrad calico chickens. Resistance to ionizing radiation was assessed by generally accepted clinical and hematological methods. Pronounced changes in clinical manifestations and shifts in morphological parameters of peripheral blood were noted under the influence of gamma radiation. Thus, irradiation of chickens with doses of 11 Gy and 13 Gy caused the development of acute radiation damage of an extremely severe degree, which led to severe depression, refusal of feed, shortening the duration or absence of a latent period, against the background of severe leuko- and erythropenia. Irradiation with a dose of 9 Gy caused severe acute radiation damage characterized by adynamia, reduced feed intake,

diarrhea with an admixture of blood. Leukopenia was noted in the blood, which by day 12 values were lower than before irradiation by 41.9% and erythropenia. During acute radiation damage in chickens, when irradiated at a dose of 7 Gy, the development of the initial, latent, peak and recovery period in the surviving individuals was clearly traced. The clinical manifestation was characterized by a complex of dyspeptic and neuromotor disorders, moderate leukopenia was noted in the blood. In all experimental chickens, a violation of egg production was noted, up to complete cessation against the background of irradiation at doses of 11 Gy and 13 Gy. It is concluded that uniform single irradiation of chickens in doses from 7 Gy to 13 Gy leads to acute radiation damage and negatively affects the productive qualities of poultry. In order to conduct the experiment on the principle of pairs of analogues, 5 groups of animals were formed, 10 chickens in each. Determination of the content of erythrocytes, leukocytes and platelets in the blood was determined by counting in the Goryaev chamber. External total single exposure to gamma radiation at doses of 7 Gy, 9 Gy, 11 Gy and 13 Gy led to the development of acute radiation exposure of medium, severe and extremely severe degrees, respectively.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1.Асташева, Н.П. Влияние γ-излучения на цыплят бройлер-б и леггорнов / Н.П. Асташева, Б.Н. Анненков, Л.К. Храмцова, Г.В. Козьмин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 44. – № 1. – С. 47-51

2. Мозолин, Е.М. База данных по действию ионизирующих излучений на сельскохозяйственных животных / Е.М. Мозолин, В.Я. Саруханов, С.И. Спиридонов [и др.] // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). – 2012. – Т. 21. – № 2. – С. 61-68.

3.Бударков, В.А. Оценка репродуктивного здоровья кур и их потомков при хроническом действии 131I, введенного в организм родителей // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2015. – Т. 55. – № 3. – С. 267.

4.Саруханов, В. Я, Сравнительная оценка радиочувствительности животных разных видов / В.Я. Саруханов, И.М. Колганов, В.Г. Епимахов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2016. – Т. 56. – № 5. – С. 475-480.

5.Бударков, В. А. Устойчивость потомков кур, подвергнутых воздействию 131I, к заражению туберкулезом и кокцидиозом / В. А. Бударков, Г.В. Конюхов // Ветеринарный врач. – 2016. – № 2. – С. 28-33.

6.Гайсина, А.А. Влияние фонового γ-излучения на ядерную патологию эритроцитов, серотонинергическую систему и цитохром Р-450 у кур (GALLUS GALLUS DOMESTICUS) из Азербайджана / А.А. Гайсина, А.А. Мехтиев, А.Н. Нуруллаева, Г.М. Палатников, Е.Н. Шамилов // Экотоксикология. – 2022. 31(5):846-851. doi: 10.1007 / s10646-022-02540-8

7.Kraljevic, P. Aminotransferase activity in chicken blood plasma after application of a lethal activity of 32P / Kraljevic P., Simpraga M. and Vilic M. // Acta Veterinaria (Beograd). – 2008. – Vol. 58. – №. 2–3, – P. 203–210. DOI: 10.2298/AVB0803203K

8.Fathabadi, N. Radioactivity levels in the mostly local foodstuff consumed by residents of the high level natural radiation areas of Ramsar, Iran / Nasrin Fathabadi Ali Akbar Salehi , Kazem Naddaf [et al.] // Journal of Environmental Radioactivity. – 2017. – 169-170. – 209-213.

9.Башлыкова, Л. А. Наследование цитогенетических и молекулярно-клеточных эффектов в клетках костного мозга животных при хроническом воздействии ионизирующего излучения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19. – № 2-3. – С. 420-425.

10.Инфекционная анемия цыплят - современное представление о болезни / Э. Д. Джавадов, В. В. Веретенников, Н. В. Тарлавин, Д. А. Красков // Эффективное животноводство. – 2022. – № 4(179). – С. 60-61. – DOI 10.24412/cl-33489-2022-4-60-61.

11.Mothersill, C. Radiation-induced bystander effects: Do they provide evidence for

an adaptive response? / C. Mothersill, C. Seymour // International Journal of Low Radiation. – 2006. – Vol. 4. – No 4. – P. 119 -127. – DOI 10.1504/IJLR.2006.007902.
12.Использование ДАФС-25 в липосомальной форме для цыплят бройлеров / Е. А. Михеева, А. В. Шишкин, К. Л. Шкляев [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2020. – № 2. – С. 85-88.
13. Long term investigation of 137Cs in chicken meat and eggs from northwest Croatia / Zdenko Franić, Gina Branica, Branko Petrinec & Gordana Marović // Journal of Environmental Science and Health, Part B. – 2019.– VOL. 55 – № 4. DOI: 10.1080/03601234.2019.1706373

REFERENCES

1. Astasheva, N.P. Influence of gamma radiation on broiler-b and leghorn chickens / N.P. Astasheva, B.N. Annenkov, L.K. Khramtsova, G.V. Kozmin // Radiation Biology.Radioecology. - 2004. – Vol. 44. – No. 1. – pp. 47-51
2. Mozolin, E.M. Database on the effect of ionizing radiation on farm animals / E.M. Mozolin, V.Ya. Sarukhanov, S.I. Spiridonov [et al.] // Radiation and risk (Bulletin of the National Radiation and Epidemiological Register). - 2012. – Vol. 21. – No. 2. – pp. 61-68.
3. Budarkov, V.A. Assessment of the reproductive health of chickens and their offspring under the chronic action of 131I injected into the body of parents // Radiation biology. Radioecology. - 2015. – Vol. 55. – No. 3. – p. 267.
4. Sarukhanov, V. Ya., Comparative assessment of the radiosensitivity of animals of different species / V.Ya. Sarukhanov, I.M. Kolganov, V.G. Epimakhov // Radiation Biology. Radioecology. - 2016. – Vol. 56. – No. 5. – pp. 475-480.
5. Budarkov, V. A. Resistance of descendants of chickens exposed to 131I to infection with tuberculosis and coccidiosis / V. A. Budarkov, G.V. Konyukhov // Veterinarian. – 2016. – No. 2. – pp. 28-33.
6. Gaisina, A.A. Influence of background gamma radiation on the pathology of nuclear erythrocytes, serotonergic system and cytochrome P-450 in chickens (Gallus Gallus domestic chicken) from Azerbaijan / A.A. Gaisina, A.A. Mehdiyev, A.N. Nurullayeva, G.M. Palatnikov, E.N. Shamilov // Ecotoxicology.– 2022. 31(5):846-851. DPI: 10.1007 / s10646-022-02540-8
7. Kraljevic, P. Aminotransferase activity in chicken blood plasma after application of a lethal activity of 32P / Kraljevic P., Simpraga M. and Vilic M. // Acta Veterinaria (Beograd). – 2008. – Vol. 58. – №. 2–3, – P. 203–210. DOI: 10.2298/AVB0803203K
8. Fathabadi, N. Radioactivity levels in the mostly local foodstuff consumed by residents of the high level natural radiation areas of Ramsar, Iran / Nasrin Fathabadi Ali Akbar Salehi , Kazem Naddaf [et al.] // Journal of En-vironmental Radioactivity. – 2017. – 169-170. – 209-213.
9. Bashlykova, L. A. Inheritance of cytogenetic and molecular cellular effects in animal bone marrow cells under chronic exposure to ionizing radiation // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2017. – Vol. 19. – No. 2-3. – pp. 420-425.
10. Infectious anemia of chickens - a modern idea of the disease / E. D. Javadov, V. V. Veretennikov, N. V. Tarlavin, D. A. Kraskov // Effective animal husbandry. – 2022. – № 4(179). – Pp. 60-61. – DOI 10.24412/cl-33489-2022-4-60-61.
11. Mothersill, C. Radiation-induced bystander ef-fects: Do they provide evidence for an adaptive response? / C. Mothersill, C. Seymour // Inter-national Journal of Low Radiation. – 2006. – Vol. 4. – No 4. – P. 119 -127. – DOI 10.1504/IJLR.2006.007902.
12. The use of DAFS-25 in liposomal form for broiler chickens / E. A. Mikheeva, A.V. Shishkin, K. L. Shklyaev [et al.] // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. – 2020. – No. 2. – pp. 85-88.
13. Franić, Z. Long term investigation of 137Cs in chicken meat and eggs from northwest Croatia / Zdenko Franić, Gina Branica, Branko Petrinec & Gordana Marović // Journal of Environmental Science and Health, Part B. – 2019.– VOL. 55 – № 4. DOI: 10.1080/03601234.2019.1706373

УДК: 615.32:636.5:636.084:636.087.7
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.139

ГУМОРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ КОМБИНИРОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ЭКСТРАКТА И ПРОБИОТИКА

Козырев С. Г.[1, 2] – д-р. биол. н., профессор, вед. науч. сотр., **Темираев Р.Б.**[1, 2] – д.с.-х.н., проф., вед. науч. сотр., **Шевчук О.М.**[3] – д-р. биол. н., **Шаипов А. А.**[2] – аспирант, **Гугкаева М.С.**[2] – к. биол. н., доц., и.о. зав. кафедрой ветеринарии и ветеринарно-санитарной экспертизы

[1]Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал ФГУН ФНЦ ВНЦ РАН
[2]ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»
[3]ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»

*soslan-k72@mail.ru

Ключевые слова: *птица, физиологическое состояние, фитобиотики, пробиотики, бактерицидная активность, лизоцимная активность, неспецифическая резистентность.*

Keywords: *poultry, physiological state, phytobiotics, probiotics, bactericidal activity, lysozyme activity, nonspecific resistance.*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

В статье представлен анализ эффективности иммуностимулирующего действия экстракт эхиноцеи пурпурной и пробиотик «Субтилис-С». Экспериментальная часть проведена в два научно-производственных опыта, в птичниках с напольным содержанием содержанием на четырех аналогичных группах цыплят-бройлеров кросса «Кобб-500» по 100 голов в каждой. Для выбора эффективной дозы экстракта эхиноцеи пурпурной провели первый научно-производственный опыт. Наиболее оптимальная доза экстракта эхиноцеи пурпурной выявленная в первом научно-производственном опыте составила 5,5 мг/кг массы тела. Для оценки эффективности комбинирования растительного экстракта с пробиотиком провели второй научно-производственный опыт. В сыворотке крови цыплят бактерицидную и лизоцимную активности. В работе приводятся данные о характере изменения уровня изучаемых показателей в ответ на введение в рацион экстракт эхиноцеи пурпурной и пробиотик «Субтилис-С» установлена оптимальная доза и режим комбинированного введения в рацион изучаемых препаратов, составившей следующую схему: экстракт эхинацеи пурпурной в дозе 5,5 мг/кг массы тела + «Субтилис-С» в дозе, предстартерные и стартерные, корма (с рождения и до месячного возраста) – 0.3 кг/тонну, в финишерные (с месячного возраста и до забоя) – 0.15 кг/т. В установленной схеме растительный препарат и пробиотик эффективно дополняют друг

друга, что достоверным проявляется ростом лизоцимной активности сыворотки крови на 17,85%, а бактерицидной активности сыворотки крови на 18,11%. Отмечено, что установленный режим применения изучаемых препаратов способствует повышению сохранности поголовья и реализации биологического потенциала мясной продуктивности у цыплят-бройлеров.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Характер и уровень неспецифической резистентности, как ключевого звена в формировании барьерных систем организма, повышении сохранности цыплят-бройлеров и эффективности их выращивания находится в динамическом состоянии, и зависят от воздействий со стороны внешней среды, условий кормления и содержания, генетических особенностей [2, 7, 11]. Функционально резистентность организма суммарный результат клеточных и гуморальных факторов защиты [2]. Клеточные факторы резистентности формируются количественными и качественными значениями лейкограммы. Существенная роль в оценке гуморального звена естественной резистентности принадлежит лизацимной и бактерицидной активности сыворотки крови [1, 2, 3].

Лизоцимная и бактерицидная активность сыворотки крови (ЛАСК, БАСК) - способность свежей сыворотки крови вызывать гибель бактерий. Данное свойство является результатом самостоятельного или кооперативного действия различных белков сыворотки крови, при этом отдельные белки являются не идентифицированными факторами бактерицидной активности сыворотки крови. В целом же уровень ЛАСК и БАСК является интегральным показателем антимикробных свойств сыворотки крови. При анализе и оценке показателей естественной резистентности следует учитывать, тот факт, что иммунобиологическая реактивность организмы, у цыплят формируется постепенно и этапы завершения этого процесса, характеризующиеся формированием устойчивой морфологической базы генетически детерминированы, а также во многом зависят от своевременности и вида массовых профилактических мероприятий, условий и способов кормления, технологий содержания [6, 7, 8, 9, 10].

В этой связи, определение параметров и функциональной активности бактерицидной и лизацимной активность сыворотки крови у цыплят бройлеров на фоне стимулирующего воздействия имеет значение для объективной оценки и мониторинга состояния здоровья выращиваемой птицы, а также прогнозирования сохранности поголовья, эффективности выбранной стратегии кормления и проводимых профилактических мероприятий.

Целью исследований являлось изучить влияние экстракта эхинацея пурпурной и ее комбинации с пробиотиком «Субтилис-С» в рационе цыплят-бройлеров на формирование и уровень бактерицидной и лизацимной активность сыворотки крови, установить наиболее оптимальные дозировки применения экстракта эхинацеи пурпурной и пробиотика «Субтилис-С» в кормлении цыплят-бройлеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Объектом исследований были цыплята-бройлеры кросса «Кобб-500». Местом проведения исследовали являлась учебно -производственная ферма Горского ГАУ. Для проведения экспериментальной части работы были организованы и проведены (согласно схеме), два научно-хозяйственных и два балансовых опыта.

Для осуществления этапов эксперимента были сформированы 4 группы цыплят-бройлеров по 100 голов [4, 5]. Выращивание птицы осуществляли согласно производственным стандартами – 42 дня. Проведение эксперимента и кормление птицы в ходе обоих научно-производственных опытов проводилось по схеме, представленной в таблице 1.

Взятие крови проводили утром в возрасте 42 дней у 5 типичных голов из каждой группы, лизоцимную активности сыворотки крови определяли на ФЭКе с использованием тест-культуры Mikrococ-

Таблица 1

Схема выполнения научно-хозяйственных опытов

1 научно-производственный опыт	
Группа	Рацион
Контрольная	Основной рацион (ОР)
1 опытная	ОР+экстракт эхинацеи пурпурной в дозе 3,5 мг/кг массы тела
2 опытная	ОР+экстракт эхинацеи пурпурной в дозе 5,5 мг/кг массы тела
3-опытная	ОР+экстракт эхинацеи пурпурной в дозе 7,5 мг/кг массы тела
2 научно-производственный опыт	
Группа	Рацион
Контрольная	Основной рацион (ОР)
1 опытная	ОР+ «СУБТИЛИС-С» в дозе, для предстартерного, стартерного и ростового корма (с 0 до 33 суточного возраста) – 0.3 кг/тонну, в финишный (с 34 суток до убоя) – 0.15 кг/т.
2 опытная	ОР+экстракт эхинацеи пурпурной в дозе 5,5 мг/кг массы тела
3-опытная	ОР+экстракт эхинацеи пурпурной в дозе 5,5 мг/кг массы тела + «СУБТИЛИ-С» в дозе, предстартерны, стартерные и ростовые корма (с 0 до 33 суточного возраста) – 0.3 кг/тонну, в финишный (с 34 суток до убоя) – 0.15 кг/т.

cus lisodeictis; бактерицидную активность сыворотки крои – с использованием тест-микроба суточной бульонной культуры E. coli. Полученный цифровой материал статистически обработан с учетом критерия Стьюдента (Е.К. Меркурьева, 1970).

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Анализ результатов полученных при определении показателей неспецифической резистентности у цыплят-бройлеров, в обоих научно-производственных опытах, свидетельствует о значениях в находящихся в пределах физиологической нормы. В тоже время в 1 научно-производственном опыте наибольшие значения по уровню БАСК устанавливались у цыплят бройлеров опытных групп. Наиболее высокий уровень БАСК установлен у цыплят 2 и 3 опытной группы, составивший 47,75±0,55% и 47,08±0,59 превосходство над аналогами контрольной группы составило боле 15,1 % (P <0,5). Преобладание 1 опытно группы над контрольными аналогами по БАСК составило 10,39%, что менее значительно, но, как и у 2 и 3 опытных групп статистически достоверно (P <0,5). Показатель ЛАСК сыворотки крови, также наибольшие значения имел у цыплят бройлеров опытных групп, составляя у 1, 2 и 3опытных групп: 19,15±0,74%, 20,57±0,56% и 20,50±0,74% соответственно, что на 6,27% (P≥0,05), 12,74% и 12,44% (P <0,5) больше чем аналогичный показатель у цыплят бройлеров контрольной группы (Рисунок 1).

Исходя из фактических результатов исследований очевидно положительное влияние экстракта эхиноцеи на характер развития гуморального звена неспецифической резистентности, при этом наиболее оптимальной дозой является 5,5 мл/кг живой массы.

В ходе 2 научно-производственного эксперимента, посвященного изучению показателей неспецифической резистентности, также прослеживается влияние изучаемых преапоратов на уровень ЛАСК и БАСК. Следует отметить, что, как и в 1-ом, так и во 2-м научно-производственных опытах установленные значения находились в пределах видовой нормы. Однако между группами отмечается некоторые различия.

Так по уровню БАСК крови наибольшие значения установлены у птицы 3 опытной групп, составлявшие 49,54±0,49%, что на 18,11% (P <0,05) больше чем у аналогичного показателя у контрольной группы и на 5,23% и 3,61%

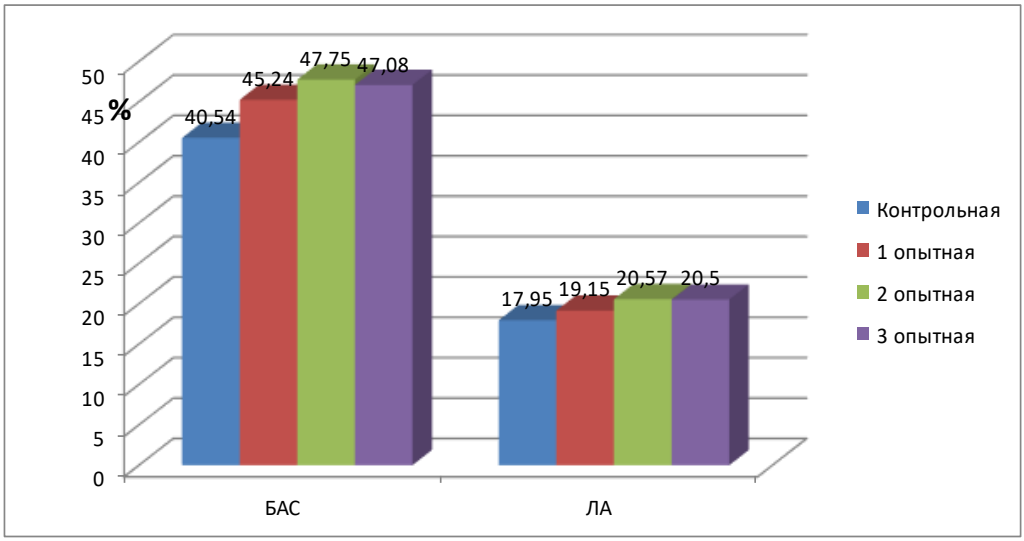


Рис. 1 – БАСК и ЛАСК у цыплят бройлеров, 1 научно-хозяйственный опыт, (n=5)

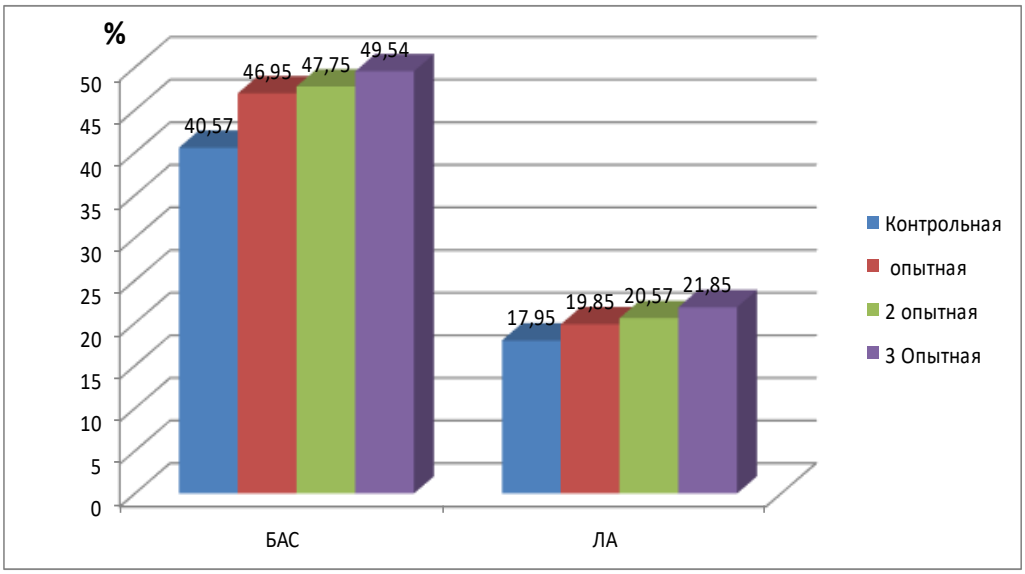


Рис. 2. БАСК и ЛАСК у цыплят бройлеров, 2 научно-хозяйственный опыт, (n=5)

больше в сравнении с аналогами 1 и 2 опытных групп (Р <0,1). Уровень ЛАСК характеризовался следующими значениями у контрольной 1, 2 и 3 опытных групп: 17,95±0,62% 19,85±0,15% 20,57±0,56% и 21,85±0,75% соответственно. Превосходство 3 опытной группы над аналогами контрольной 1 и 2 опытной составило: 17,85%, 9,15% и 5,86 % (Р <0,05) соответственно (Рисунок 2).

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом, пробиотик «Субтилис -С» и экстракт эхиноцеи пурпурной оказывают влияние на формирование и активность факторов, определяющих уровень неспецифической резистентности у

мясной птицы, в частности лизоцимную и бактерицидную активность сыворотки крови. В тоже время, совместное применение этих препаратов в рационе цыплят бройлеров дополняет друг друга в отношении повышения уровня этих показателей на 17,85% (P <0,05). Данное обстоятельство имеет существенное значение и играет ключевую роль в поддержание оптимального уровня физиологического статуса выращиваемой птицы, повышения показателей сохранности поголовья и в конечном итоге реализации биологического потенциала продуктивности.

HUMORAL INDICATORS OF RESISTANCE OF BROILER CHICKENS WHEN COMBINING PLANT EXTRACT AND PROBIOTIC

Kozyrev S. G. [1,2] – Doctor of Biology, Professor, leading researcher, **Temiraev R.B.**[1, 2] – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, leading researcher, **Shevchuk O.M.**[3] – Doctor of Biology, **Shaipov A. A.**[2] – graduate student, **Gugkaeva M.S.**[2] – Candidate of Biology, Associate Professor, Acting Head of the Department of Veterinary Medicine and Veterinary and Sanitary Expertise

[1] SEVER-Caucasian Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – branch of FGUN FNC VNC RAS

[2] FGBOU VO "Gorsky State Agrarian University"

[3] FGBUN "Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"

*soslan-k72@mail.ru

ABSTRACT

The article presents an analysis of the effectiveness of the immunostimulating effect of Echinacea purpurea extract and probiotic «Subtilis-C». The experimental part was carried out in two scientific and production experiments, in poultry houses with floor maintenance, on four similar groups of broiler chickens of the Cobb cross-500 with 100 heads each. To select an effective dose of Echinacea purpurea extract, the first scientific and production experience was conducted. The most optimal dose of Echinacea purpurea extract identified in the first scientific and production experiment was 5.5 mg/kg of body weight. To evaluate the effectiveness of combining a plant extract with a probiotic, a second research and production experiment was conducted. Bactericidal and lysozyme activity in the blood serum of chickens. The paper provides data on the nature of the change in the level of the studied indicators in response to the introduction of Echinacea purpurea extract and probiotic «Subtilis-C» into the diet, the optimal dose and mode of combined administration of the studied preparations into the diet, composing the following scheme: Echinacea purpurea extract at a dose of 5.5 mg/kg body weight + «Subtilis-C» at a dose, pre-starter and starter feed (from birth to the age of one month) – 0.3 kg/ton, in finisher (from the age of one month to slaughter) – 0.15 kg/ton. In the established scheme, the plant preparation and probiotic effectively complement each other, which is significantly manifested by an increase in lysozyme activity of blood serum by 17.85%, and bactericidal activity of blood serum by 18.11%. It is noted that the established regime for the use of the studied evaporates contributes to improving the safety of livestock and the realization of the biological potential of meat productivity in broiler chickens.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Багно, О.А., Шевченко, С.А., Шевченко, А.И., Прохоров, О.Н., Шенцева, А.В. Эффективность использования экстракта эхинацеи пурпурной при выращивании цыплят-бройлеров. // Достижения науки и техники АПК. – 2021. –№ 2. – С. 61-65.

2. Багно, О.А., Прохоров, О.Н., Шевченко, С.А., Шевченко, А.И., Дядичкина, Т.В. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных. // С.-х. биол., Сельхозбиология, S-h biol, Sel-hoz biol, Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Agricultural Biology. – 2018. –№ 4. – С. 687-697.

3. Дядичкина, Т.В. Влияние препарата "Седимин", фитобиотической кормовой добавки и их сочетания на морфологиче-

ские показатели крови молодняка лошадей. // Вестник АГАУ. – 2018. – № 8(166). – С.119-123.
4. Лукашенко В.С. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / В.С. Лукашенко [и др.]; под общ. ред. В.С. Лукашенко и А.Ш. Кавтарашвили. Сергиев Посад: ВНИТИП. – 2015. –204 с.
5. Методические рекомендации по проведению научных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. разраб. А.А. Александровым и др. Москва: Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – 1988. – 15 с.
6. Нефедова В.Н., Семенченко С.В., Моисеенко М. Применение пробиотика «Субтилис-С» при выращивании цыплят-бройлеров. // Приволжский научный вестник. – 2014; – № 11-1 (39).
7. Садовников Н.В., Шараевская И.М., Маловастый К.С. Применение эхинацеи для стимуляции иммунитета. АВУ. – 2009. – №12. – С. 70-74.
8. Чарыев А.Б., Гадиев Р.Р. Эффективность использования пробиотика «Субтилис-С» при выращивании бройлеров. Известия ОГАУ. – 2014. – № 6 (50). – С. 139-143.
9. Шараевская И.М., Садовников Н.В., Маловастый К.С. Применение эхинацеи для стимуляции иммунитета у кур, подвергнутых вакцинации штаммом H5 N1. АВУ. – 2010. – №12 (79).
10. Gheisar M.M., Kim I.H. Phytobiotics in poultry and swine nutrition — a review. Ital. J. Anim. Sci. – 2018. –No. 17(1). – P. 92-99
11. Adaszynska-Skwirzynska M., Szczerbinska D. Use of essential oils in broiler chicken production — a review. Ann. Anim. Sci. – 2017; – No.17(2). – P. 317-335.

REFERENCES

1. Bagno O.A., Shevchenko S.A., Shevchenko A.I., Prokhorov O.N., Shentseva A.V. The effectiveness of using Echinacea purpurea extract in the cultivation of broiler chickens. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2021. – No. 2. – P. 61-65. [in Russian].
2. Bagno O.A., Prokhorov O.N., Shevchenko S.A., Shevchenko A.I., Dyadichkina T.V. Phytobiotics in feeding farm animals. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Agricultural Biology. – 2018. – No. 4. – P. 687-697. [in Russian].
3. Dyadichkina T.V. The effect of the drug "Sedimin", a phytobiotic feed additive and their combination on the morphological parameters of the blood of young horses. // ASAU Bulletin. – 2018. – No. 8(166). – P. 119-123. [in Russian].
4. Lukashenko V.S. Methodology of research on the technology of production of eggs and poultry meat / V.S. Lukashenko [et al.]; under the general editorship of V.S. Lukashenko and A.S. Kavtarashvili. Sergiev Posad: VNITIP. 2015. – 204 p. [in Russian].
5. Methodological recommendations for conducting scientific research on feeding poultry, developed by A.A. Alexandrov et al. Moscow: Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. 1988. – 15 p. [in Russian].
6. Nefedova V.N., Semenchenko S.V., Moiseenko M. The use of the probiotic "Subtilis-C" in the cultivation of broiler chickens // Privolzhskij nauchnyj vestnik. – 2014. – Iss. 11-1 (39). [in Russian].
7. Sadovnikov N.V., Sharaevskaya I.M., Malovasty K.S. The use of echinacea to stimulate immunity. AVU. – 2009; – No. 12. – P. 70-74. [in Russian].
8. Charyev A.B., Gadiev R.R. The effectiveness of the use of the probiotic "Subtilis-S" in the cultivation of broilers. Izvestia OSAU. – 2014. – No. 6 (50). – P. 139-143. [in Russian].
9. Sharaevskaya I.M., Sadovnikov N.V., Malovasty K.S. The use of echinacea to stimulate immunity in chickens vaccinated with strain H5 N1. AVU. – 2010. – No. 12 (79). [in Russian].
10. Gheisar M.M., Kim I.H. Phytobiotics in poultry and swine nutrition — a review. Ital. J. Anim. Sci. – 2018. – No. 17(1). – P. 92-99.
11. Adaszynska-Skwirzynska M., Szczerbinska D. Use of essential oils in broiler chicken production — a review. Ann. Anim. Sci. – 2017. – No. 17(2). – P. 317-335.

УДК: 636.597.034:57.085
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.145

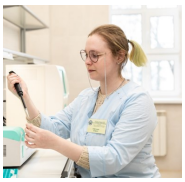
ДУОДЕНАЛЬНО-ИЛЕАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ БЕЛКОВЫХ ДОБАВОК В РАЦИОНЕ КУР-НЕСУШЕК

Полина С.И. [1] – асп. кафедры физиологии, этологии и биохимии животных; **Вертипрахов В.Г.** [1] * – д-р биол. н., проф. кафедры физиологии; **Сергеенкова Н.А.** [1] – к. биол. н., ст. преподаватель кафедры физиологии, этологии и биохимии животных; **Еременко В.В.** [2] – генеральный директор.

[1] РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
[2] ООО «Торговый дом «Дары Кавказа»
*vertiprakhov63@mail.ru

Ключевые слова: *дуоденальный химус, илеальное содержимое, куры-несушки, трипсин, пищеварительные ферменты.*
Keywords: *duodenal chyme, ileal contents, laying hens, trypsin, digestive enzymes.*

Поступила: 12.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ
Создание отечественных кроссов птицы и разработка для них оптимальных рационов является актуальной проблемой, поскольку исследования in vivo с применением фистульных технологий в настоящее время малочисленны. В настоящей работе представлены данные по определению дуоденальной и илеальной активности пищеварительных ферментов при использовании в рационе кур-несушек белковых добавок растительного (соевый шрот и жмых) и животного происхождения (рыбная мука и мясокостная мука). Опыты выполняли на курах-несушках (Gallus gallus L.) кросса Hisex White (n=24, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022,2023 гг) с хронической дуоденальной и илеальной фистулой. Всех кур делили методом случайной выборки на 4 группы: 1) 1 контрольная группа – получала ОР (табл.1); 2) 2 опытная группа – в состав рациона вводили добавку 1,5% соевого жмыха, взамен соевого шрота; 3) 3 опытная группа – вводили 1,5% мясокостной муки в рацион, взамен соевого шрота; 4) 4 опытная группа – вводили 1,0% добавку рыбной муки в ОР взамен соевого шрота. Установлено, что белковые добавки поразному гидролизуются в кишечнике птицы и усваиваются организмом. Так, расщепление соевого белка идет интенсивнее у жмыха, чем у шрота за счет повышения активности трипсина в дуоденуме на 43,6%, а при добавлении рыбной муки активность фермента повышается на 11,8% против мясокостной муки и 101,5% - соевого шрота. При этом усвоение протеина повышается, что сопровождается увеличением активности трипсина в крови при использовании соевого жмыха и в моче при добавлении рыбной муки в рацион кур. С экскрементами наименьшая потеря трипсина наблюдается в группе, получавшей добавку мясокостной муки (выделяется трипсина 9,6% по активности), затем рыбной муки – 16,8% и соевого жмыха – 21,7% от активности в двенадцатиперстной кишке, что свидетельствует об эффективности использования экзо- и эндогенного протеина организмом птицы.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Вопросы создания оптимальных рационов для сельскохозяйственной птицы являются актуальными по причине высокой доли затрат на комбикорма. С целью удешевления комбикорма производители ищут возможность замены дорогостоящих белковых компонентов в рационе птицы (мясокостную муку, рыбную муку) на более дешевые ингредиенты из растительного сырья.

Наиболее широко известным белковым компонентом в рационах животных является соя и продукты её переработки (шрот, жмых), однако количество этой культуры, производимое в РФ не покрывает потребности животноводства страны [1]. Наиболее дорогостоящими компонентами комбикормов для птицы в нашей стране являются, как правило рыбная мука и соевый шрот [2]. При этом их качество зачастую не соответствует стоимости. На рынке появляются новые добавки животного происхождения, такие как белок личинок Lucilia spp., которые представляют собой ценный источник усвояемых аминокислот [3]. Однако по причине высокой себестоимости, данный продукт не нашел на рынке РФ широкого распространения. Следовательно, вопрос об использовании в кормах птицы белковых добавок полностью не изучен, требует фундаментальных подходов при определении механизмов действия разных белковых добавок. Наиболее перспективным направлением исследования является использование фистульных технологий, но они малочисленны и разноречивы [4-6].

Целью настоящей работы было изучение ферментативной активности дуоденальных и илеальных ферментов и макроэлементов и сопоставление с данными мочи и сыворотки крови у кур при замене в рационе соевого шрота на соевый жмых, добавку мясокостной или рыбной муки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования выполнялись на курах-несушках (Gallus gallus L.) кросса Hisex White (n=24, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022,2023 гг) с хронической дуоденальной и илеальной фистулой. Обычный и экспериментальный рационы были составлены таким образом, что имели одинаковое содержание сырого протеина (17,7 %).

Все исследования на птице выполняли, руководствуясь требованиями гуманного отношения к животным (Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS № 123) [рус., англ.] (Страсбург 18.03.1986) [7].

Хирургическую операцию по вживлению дуоденальной и илеальной фистул выполняли на курах 40-недельного возраста по методу, разработанному в нашей лаборатории [8].

После хирургической операции на курах восстановление здоровья происходит через 3-5 суток, после этого срока можно приступать к физиологическим опытам. Всех кур делили методом случайной выборки на 4 группы: 1) 1 контрольная группа – получала ОР (табл.1); 2) 2 опытная группа – в состав рациона вводили добавку 1,5% соевого жмыха, взамен соевого шрота; 3) 3 опытная группа – вводили 1,5% мясокостной муки в рацион, взамен соевого шрота; 4) 4 опытная группа – вводили 1,0% добавку рыбной муки в ОР взамен соевого шрота.

Определение активности ферментов проводились на полуавтоматическом биохимическом анализаторе BS 3000M (Sinnowa, КНР), HTI BioChem SA (HTI Technology, США) и на автоматическом биохимическом анализаторе BioChem FC-120 (HTI Technology, США), с использованием реактивов HTI Technology. Активность трипсина выполняли по методу Вертипрахова, Грозиной (2018)[9], амилазы и липазы, макроэлементов – с использованием реактивов компании (ДИАВЕТ, РФ).

Весь цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики с использованием таблиц Стьюдента.

Таблица 1

Состав рациона контрольного и опытных периодов

Ингредиент, %	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Пшеница	26	26	26	26
Кукуруза	28,4	28,4	28,4	28,4
Шрот соевый 46% СП	17,7	16,2	16,7	15,2
Жмых соевый	-	1,5	-	-
Мясокостная мука СП 42%	-	-	1,5	-
Мука рыбная СП 62%	-	-	-	1,0
Шрот подсолнечный СП 36% СК 19%	10	10	10	10
Масло подсолнечное	5	5	5	5
Монохлоргидрат лизина 98%	0,26	0,26	0,26	0,26
DL-метионин	0,28	0,28	0,28	0,28
L-треонин	0,08	0,08	0,08	0,08
Монокальцийфосфат (МКФ)	1,3	1,3	1,3	1,3
Соль поваренная	0,2	0,2	0,2	0,2
Известняковая мука	9,85	9,85	9,85	9,85
Сульфат натрия безводный	0,12	0,12	0,12	0,12
Сода пищевая	0,13	0,13	0,13	0,13
Холин-хлорид 60%	0,18	0,18	0,18	0,18
Вит-минеральный премикс	0,5	0,5	0,5	0,5

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Наиболее активно гидролиз питательных веществ корма происходит в тонком отделе кишечника. Это связано с тем, что в восходящее колено 12-перстной кишки впадают протоки поджелудочной железы и желчи, которые обеспечивают непрерывное в течение суток выделение в кишечник панкреатического сока, богатого амилолитическими, липолитическими и протеолитическими ферментами. Выделение панкреатического сока связано с приемом корма и воды [10,11], поэтому в постпрандиальную фазу пищеварения наблюдается увеличение ферментативной активности. Активность ферментов четко адаптируется к составу рациона [12]. Поэтому определение активности пищеварительных ферментов в дуоденальном химусе через один час после кормления кур наиболее точно отражает процессы адаптации к принятому корму. Данные представлены в табл.2.

Активность трипсина повышалась на 43,6% при замене в рационе соевого шрота на жмых, более значительно активность трипсина увеличивалась при добавлении к корму белковых добавок животного происхождения (на 80,2% - при добавлении мясокостной муки и на 101,5% - рыбной муки). Это указывает на то, что процессы гидролиза в кишечнике усиливаются под влиянием более полноценного по своему составу рациона, при этом повышается его переваримость и усвоение организмом птицы [8]. В 3 и 4 опытных группах отмечалось повышение активности амилазы, соответственно, на 42,1% и 58,7% ($p<0.05$) по сравнению с 1контрольной группой Активность липазы увеличивалась во 2-й опытной группе на 87,2% ($p<0.05$), в 3 – на 540,7%, в 4 опытной группе – на 401,2% по сравнению с контролем. В количестве макроэлементов наблюдалась обратная динамика: содержание кальция во 2 опытной группе уменьшалась на 18,1%, в 3 опытной группе – на 19,5%, в 4 опытной группе – на 27,8% по сравнению с контрольной группой. Содержание фосфора снижалось

Таблица 2

Активность пищеварительных ферментов и содержание макроэлементов в дуоденальном содержимом кур кросса Хайсекс Белый

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Активность трипсина, ед/л	769±44,7	1104±81,4[a]	1386±153,5[a]	1550±97,0[ab]
Активность амилазы, ед/л	20499±1670,9	26026±2267,6	29125±1482,8[a]	32529±1100,4[ab]
Активность липазы, ед/л	86±13,1	161±22,5[a]	551±56,3[ab]	431±31,3[ab]
Кальций, ммоль/л	72±3,0	59±3,3[a]	58±3,5[a]	52±3,6[a]
Фосфор, ммоль/л	4,4±0,20	4,2±0,21	3,8±0,13[a]	2,3±0,13[ab]

Примечание [a] – различие с 1 контрольной группой достоверно, [b] - достоверное различие между 3 опытной и 4 опытной по сравнению со 2 опытной группой при $p<0.05$, здесь и далее

Таблица 3

Активность ферментов и содержание макроэлементов в илеальном химусе кур-несушек

Показатель	Группа			
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная	4 опытная
Активность трипсина, ед/л	314±30,8	240±20,1	133±10,8[ab]	260±25,7
Активность амилазы, ед/л	191±18,1	342±14,3[a]	180±17,8	331±32,5[a]
Активность липазы, ед/л	6±0,6	7±0,6	2±0,2[a]	4±0,4
Кальций, ммоль/л	1,2±0,20	2,2±0,15	0,8±0,08[b]	1,8±0,18
Фосфор, ммоль/л	4,9±0,40	6,5±0,62	5,8±0,53	6,0±0,62

Таблица 4

Количество мочи у кур-несушек и её биохимические показатели

Показатели		Группа			
		1 к	2 о	3о	4о
Количество мочи за сутки, мл		77±8,6	56±5,0*	29±2,9*	34±10,1*
кальций	В ед объема, ммоль/л	9±0,3	10±1,9	9±1,4	10±0,8
	В суточном объеме мочи, ммоль/мл	0,69	0,56	0,26	0,34
фосфор	В ед объема, ммоль/л	3,0±0,58	0,8±0,09*	1,0±0,24*	1,4±0,59*
	В суточном объеме мочи, ммоль/мл	0,23	0,04	0,03	0,05
трипсин	В ед объема, ед/л	4,0±0,57	4,0±1,1	5,8±1,32	12,3±0,64*
	В суточном объеме мочи, ед/мл	0,31	0,22	0,17	0,42

*Примечание: * - изменение показателя на достоверную величину по сравнению с контролем, при $p<0.05$*

только в 3 и 4 опытных группах при добавлении белка животного происхождения, соответственно, на 13,6% и 47,7% по сравнению с контрольной группой. Следовательно, наиболее выраженная реакция пищеварительных ферментов отмечается на добавку белков и жиров животного происхождения, что обусловлено более полным составом аминокислот и жирных кислот, особенно незаменимых.

Для того, чтобы понять межуточный обмен в организме кур, были выполнены исследования на курах с фистулой подвздошной кишки, от которых имели возможность получать не только илеальное содержимое, но и мочу. Известно, что активность пищеварительных ферментов в подвздошной кишке значительно уменьшается по сравнению с двенадцатиперстной кишкой у кур [13]. Данные представлены в таблице 3.

Из данной таблицы видно, что по активности трипсина в илеальном содержимом лидирует контрольная группа, где выход трипсина из организма птицы составляет 40,8% от активности в двенадцатиперстной кишке, где наблюдается максимум активности в связи с поступлением панкреатического сока. Наименьшее выделение фермента с экскрементами из организма птицы наблюдается в группе, получавшей добавку мясокостной муки (выделяется трипсина 9,6% по активности), затем рыбной муки – 16,8% и соевого жмыха – 21,7% от активности в двенадцатиперстной кишке. Выделение амилазы находится на уровне 1%, что можно объяснить гидролизом со стороны протеаз. В илеальном содержимом мало содержится липазы, судя по активности фермента от 0,36% (3 опытная группа) до 6,98% (1 контрольная группа). Также мало выделяется общего кальция, поскольку он расходуется очень рационально у несушки. Количество фосфора в двенадцатиперстной кишке меньше, чем в илеальном содержимом, что можно объяснить быстрым всасыванием этого элемента в двенадцатиперстной кишке и использованием в межуточном обмене. Следовательно, показатели дуоденально-илеальной оси активности ферментов свидетельствуют о первом этапе обмена веществ – пищеварении в организме кур, интенсивнее он протекает при использовании соевого жмыха и продуктов животного происхождения. Второй этап (межуточный обмен) наилучшим образом виден в результатах состава мочи, поскольку отражает процессы, связанные с составом крови у кур (табл.4).

Результаты исследований показали, что количество мочи за сутки снижается у кур, получавших в качестве белковой добавки соевый жмых (на 27,3%), мясокостную муку (на 62,3%), рыбную муку (на 55,9%) по сравнению с контрольной группой. Задержка выведения мочи связана с повышением уровня жидкости в организме, увеличении артериального давления. Это включает механизм повышения роли калликреин кининовой системы и активировании брадикинина, в котором принимает участие трипсин. Поэтому, видимо, его активность становится выше, чем в контрольной группе. Трипсин, находящийся в моче, поступает туда, видимо, из крови, поэтому может свидетельствовать при своем повышении об изменении метаболизма [14]. Наибольшее увеличение активности трипсина в моче отмечается при добавлении белка животного происхождения: мясокостной муки (на 45,0%) и рыбной муки (на 207,5%). Это свидетельствует о том, что протеин животного происхождения лучше усваивается в кишечнике и способствует повышению активности трипсина в сыворотке крови, излишки которого выделяются с мочой.

Количество общего кальция в моче уменьшалось с учетом суточного количества мочи, а в единице объема существенно не изменялось. Содержание фосфора зависит от состава белковой части рациона и значительно уменьшается при добавлении соевого жмыха (на 73,3%), мясокостной муки (на 66,7%) и рыбной муки (на 53,3%) по сравнению с контрольным периодом. В суточном объеме эти показатели увеличиваются кратно и уменьшаются, соответственно, в 5,75 раз, 7,67 ра-

Таблица 5

Биохимические показатели крови кур-несушек при использовании в составе рациона различных белковых добавок

Показатели	1к	2о	3о	4о
Амилаза, ед/л	540±57,1	860±22,5*	601±33,5	737±0,7*
Трипсин, ед/л	165±16,7	213±8,1*	72±4,2*	115±12,2
Глюкоза, ммоль/л	10,1±0,31	11,0±0,03*	11,1±0,27	10,9±0,06*
Общий белок, г/л	54,9±1,3	51,8±1,2	55,8±0,3	63,2±1,3*
Триглицериды, ммоль/л	3,4±0,81	0,6±0,03*	0,6±0,05*	1,1±0,01*
Холестерин, ммоль/л	3,2±0,15	3,5±0,35	3,5±0,35	3,5±0,35
Щелочная фосфотаза, ед/л	561±51,6	207±1,8*	477±4,8	496±6,0
Кальций, ммоль/л	4,5±0,45	3,2±0,14	2,8±0,28*	3,1±0,14*
Фосфор, ммоль/л	1,8±0,11	1,7±0,08	1,6±0,16	1,6±0,02

*Примечание: * - изменение показателя на достоверную величину по сравнению с контролем, при $p<0.05$*

за, 4,6 раза по сравнению с контрольным периодом.

Результаты исследования сыворотки крови, полученной от кур, позволили определить физиологическое состояние птицы при использовании в их рационе разных белковых добавок (табл.5).

Данные показали, что активность трипсина повышалась в сыворотке крови у кур, получавших соевый жмых (на 29,1%), и снижалась при добавлении в корм мясокостной муки (на 56,4%) по сравнению с контролем. Активность амилазы повышалась у кур, получавших добавку соевого жмыха на 59,2%, рыбной муки на 36,5% параллельно увеличивается содержание глюкозы в крови на 10,0% и 7,9%, соответственно. Общий белок в сыворотке крови кур повышался при добавлении в рацион кур рыбной муки на 15,1%. В липидном обмене наблюдалось снижение содержания триглицеридов в крови опытных кур на 82,4%, 82,4% и 67,7%, соответственно, по сравнению с контролем. Активность щелочной фосфатазы значительно (на 63,1%) снижалась при замене соевого шрота на соевый жмых. Содержание кальция в крови кур снижается при использовании в рационе добавок животного происхождения: на 37,8% при добавлении мясокостной муки и на 31,1% при добавлении рыбной муки в сравнении с контролем.

Белковые вещества являются важнейшей составной частью любого организма и поэтому балансирование рациона по протеину является актуальной задачей для птицеводства. В последние годы новая парадигма питания птицы включает использование белков растительного происхождения и синтетических аминокислот. Однако насколько это обосновано с точки зрения физиологии птицы остается еще доказать. Поэтому, применяя фистульные технологии на курах, были проведены эксперименты по изучению активности дуоденальных, илеальных ферментов, активности трипсина в моче и биохимических показателей крови при использовании в рационе кур добавок соевого жмыха, мясокостной и рыбной муки.

Результаты исследования согласуются с известными данными [15] в том, что корма животного происхождения обладают сбалансированным набором аминокислот и вызывают наибольшую ответную реакцию со стороны ферментов пищеварительных желез. Протеины растительного происхождения также могут отличаться, в зависимости от технологии обработки исходного сырья, это касается отличий шрота и жмыха, приготовленно-

го из сои. Сравнительные исследования на лактирующих коровах с учетом доступности протеина для всасывания не выявили различий в ферментативно-микробиологических процессах в преджелудках, биохимических показателях крови, молочной продуктивности и составе молока коров опытных групп [16]. Опыты, проведенные на свиньях показали, что необходимо вводить соевый жмых в следующих количествах в рационы растущих свиней: подсолнечный жмых горячего прессования (экструдирования) с низким содержанием клетчатки (8-10%) добавлять в рацион в количестве 3,0% для поросят в возрасте 0-2 мес, 7,0% для поросят в период 2-4 мес и недостающий белок восполнять соевым шротом в количестве 15,0% для поросят в возрасте 0-2 мес, 10,0% - для поросят в возрасте 2-4 мес [17].

Впервые возможность резорбции панкреатических ферментов из тонкой кишки с транспортом в кровоток было показана в научных публикациях сотрудников лаборатории S.S. Rothman [18,19] в середине 1970-х годов. Это открытие противоречило существовавшему постулату, согласно которому все пищевые вещества, поступившие в кишечник в виде сложных молекулярных структур и биополимеров, полностью расщепляются до простых соединений и только в такой форме могут всасываться во внутреннюю среду организма. Радионуклидное мечение ферментов и определение их каталитической активности позволило H. Goetze, S.S. Rothman [20] установить факт активного всасывания из тонкой кишки кролика и крыс 50–65 % амилазы и 60 % химотрипсина, секретируемых поджелудочной железой в ответ на максимальную стимуляцию в определяемый период времени. Причем амилаза транспортировалась в обоих направлениях, но преобладала активная реабсорция в кровь. У человека результаты показали активное всасывание из тонкой кишки в кровь 50–70 % трипсина [21]. В исследованиях на цыплятах-бройлерах мы впервые показали кругооборот трипсина в организме птицы [22]. Эти данные согласуются с результатами других авторов [23,24]. Поэтому илеальные ферменты имеют важное значение в диагностике состояния здоровья кишечника.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Результаты исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Введение в рацион кур добавки соевого жмыха (1,5% от массы корма) увеличивает активность амилазы на 26,9%, липазы – на 87,2% ($p<0.05$), трипсина – на 43,6% ($p<0.05$); добавка мясокостной муки (1,5% от массы рациона) стимулирует выработку ферментов, соответственно, на 42,1% ($p<0.05$), на 540,7% ($p<0.001$), 80,2% ($p<0.05$); добавка рыбной муки (1,0% от массы корма)повышает активность ферментов, соответственно, на 58,7% ($p<0.05$), 401,1% ($p<0.001$), 101,6% ($p<0.05$). Высокий процент увеличения отмечается по липазе, особенно при использовании мясокостной и рыбной муки.

2. В содержимом подвздошной кишки у кур отмечалась минимальная активность трипсина при использовании добавки мясокостной муки, соевого жмыха и рыбной муки, что указывает на поступление фермента в кровь, где его наиболее высокая активность отмечается при использовании добавки соевого жмыха, что соответствует высокому уровню обменных процессов в организме.

3. Минимальный выход трипсина с экскрементами наблюдается в группе, получавшей добавку мясокостной муки (выделяется трипсина 9,6% по активности), затем рыбной муки – 16,8% и соевого жмыха – 21,7% от активности в двенадцатиперстной кишке, что свидетельствует об эффективности использования экзо- и эндогенного протеина организмом птицы.

DUODENAL-ILEAL RATIO OF DIGESTIVE ENZYMES WHEN USING DIFFERENT PROTEIN SUPPLEMENTS IN THE DIET OF LAYING HENS

Polina S.I. [1] – postgraduate student of the Department of Physiology, Ethology and

Biochemistry of Animals; **Vertiprakhov V.G.** [1 *] – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Physiology; **Sergeenkova N.A.** [1] – Candidate of Biology, Senior lecturer of the Department of Physiology, Ethology and Biochemistry of Animals; **Eremenko V.V.** [2] – General Director.

[1]RGAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

[2] LLC "Trading house "Gifts of the Caucasus"

ABSTRACT

Creation of domestic poultry crosses and development of optimal diets for them is an urgent problem, since in vivo studies using fistula technologies are currently few. The present work presents data on determination of duodenal and ileal activity of digestive enzymes when protein additives of vegetable (soybean meal and cake) and animal origin (fish meal and meat and bone meal) are used in the diet of laying hens. Experiments were performed on laying hens (Gallus gallus L.) of Hisex White cross (n=24, K.A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy, 2022,2023) with chronic duodenal and ileal fistula. All chickens were divided by random sampling method into 4 groups: 1) 1 control group - received OR (Table 1); 2) 2 experimental group - 1.5% soybean cake was added to the diet instead of soybean meal; 3) 3 experimental group - 1.5% meat and bone meal was added to the diet instead of soybean meal; 4) 4 experimental group - 1.0% fish meal was added to the OR instead of soybean meal. It was found that protein additives are differently hydrolyzed in the intestine of birds and assimilated by the organism. Thus, the breakdown of soy protein is more intensive in cake than in meal due to the increase of trypsin activity in duodenum by 43.6%, and when fish meal is added, the activity of the enzyme increases by 11.8% against meat and bone meal and 101.5% against soy meal. At the same time, protein digestion increased, accompanied by an increase in trypsin activity in blood when soybean cake was used and in urine when fish meal was added to the diet of chickens. With feces the least loss of trypsin is observed in the group that received meat and bone meal supplementation (9.6% of trypsin activity is excreted), then fish meal - 16.8% and soy cake - 21.7% of activity in duodenum, which indicates the efficiency of exo- and endogenous protein utilization by poultry organism.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Линников П.И. Российский рынок сои: тенденции, перспективы развития // Аграрный научный журнал. 2018. 10. С.81-86.

2. Егоров И.А., Вертипрахов В.Г., Ленкова Т.Н., Манукян В.А., Егорова Т.А., Грозина А.А., Никонов И.Н. Использование белого люпина в комбикормах для мясных кур исходных линий и цыплят-бройлеров селекции СГЦ «Смена» // Птицеводство. 2020. 7-8. С.11-17.

3. Журавлев М.С., Вертипрахов В.Г., Кощеева М.В., Буряков Н.П., Смаглюк М.И., Истомин А.И. Стандартизированная илеальная усвояемость аминокислот белкового концентрата на основе личинок мух Lucilia spp. (Diptera: Calliphoridae) и его влияние на показатели крови у цыплят-бройлеров (Gallus gallus L.) // Сельскохозяйственная биология. 2020. 55 (6) С. 1233-1244. doi: 10.15389/ agrobiology.2020.6.1233rus).

4. Ren L.Q., Zhao F., Tan H.Z., Zhao J.T., Zhang J.Z., Zhang H.F. Effects of dietary protein source on the digestive enzyme activities and electrolyte composition in the small intestinal fluid of chickens // Poultry Science. 2012. 91.P. 1641-1646 (doi: 10.3382/ps.2011-02081)

5. Борисенко К.В., Vertiprakhov V.G. Активность пищеварительных ферментов дуоденального содержимого при введении в рацион цыплят-бройлеров экзогенной протеазы. В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии. Сборник научных трудов Международной учебно-методической и научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня основания ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К.И. Скрябина. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образова-

ния «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина». 2019. С. 211-212.
6. Гогина Н.Н., Вертипрахов В.Г. Активность пищеварительных ферментов при экспериментальном микотоксикозе // Птицеводство. 2018. 11-12. С. 26-28.
7. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS № 123) [рус., англ.] (Страсбург 18.03.1986). Электронный ресурс: http://www.conventions.ru/view_base.php?id=19432
8. Вертипрахов В.Г. Физиология кишечного пищеварения у кур (экспериментальный подход): монография. М., РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. 208с.
9. Вертипрахов, В.Г., Грозина, А.А. Оценка состояния поджелудочной железы методом определения активности трипсина в крови птицы // Ветеринария. 2018. 6, 51-54. doi: 10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54.
10. Батоев Ц.Ж. Физиология пищеварения птиц. Улан-Удэ. 2001.С. 10-63.
11. Вертипрахов В.Г. Особенности секреторной функции поджелудочной железы цыплят-бройлеров и возможности коррекции пищеварения животных ферментными препаратами на цеолитовой основе: дисс. д-ра биол. наук. Новосибирск. 2004. С. 59-60.
12. Фисинин В.И., Егоров И.А., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Ленкова Т.Н., Манукян В.А., Егорова Т.А. Активность пищеварительных ферментов в дуоденальном химусе и плазме крови у исходных линий и гибридов мясных кур при использовании биологически активных добавок в рационе // Сельскохозяйственная биология. 2017. 52 (6). С. 1226-1233.doi: 10.15389/agrobiology.2017.6.1226 rus
13. Вертипрахов В.Г., Кислова И.В., Овчинникова Н.В., Кощеева М.В. Жировой обмен у кур-несушек на фоне разного липидного компонента в рационе // Ветеринария и кормление. 2022, 6. С. 16-20. doi CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-6-4
14. Вертипрахов В.Г., Селионова М.И., Малородов В.В. Сравнительный анализ активности трипсина в сыворотке крови и молоке коров и коз // Молочное и мясное скотоводство.2022. 6. С. 54-57. doi 10.33943/MMS.2022.48.12.010.
15. Журавлев М.С., Вертипрахов В.Г., Кощеева М.В. [и др.] Стандартизированная илеальная усвояемость аминокислот белкового концентрата на основе личинок мух Lucilia spp. (Diptera: Calliphoridae) и его влияние на показатели крови у цыплят-бройлеров (gallus gallus L.) // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55 (6). С. 1233-1244. doi 10.15389/agrobiology.2020.6.1233rus.
16. Харитонов, Е. Л. Сравнительные исследования использования соевого шрота и жмыха в рационах лактирующих коров в эквивалентных количествах по обменному протеину // Молочное и мясное скотоводство. 2018. 2. С. 17-20.
17. Тарасенко, О.А., Головко Е.Н., Кононенко С.И. Улучшение конверсии белка жмыхов и шротов у растущих свиней // Проблемы биологии продуктивных животных. 2009. 1. С. 49-57.
18. Gőtze, H., Rothman S.S. Enteropancreatic circulation of digestive enzyme as a conservation mechanism // Nature. 1975. Vol. 257. P. 607–609;
19. Liebow, C., Rothman S.S. Enteropancreatic circulation of digestiveenzymes // Science. 1975. Vol. 189. P. 472–474.
20. Goetze, H., Rothman S.S. Amylase transport across ileal epithelium in vitro // Biochim. Biophys. Acta. 1978. Vol. 512, N 1. P. 214–220.
21. Heinrich H.C. [et al.] Enteropancreatic circulation of trypsin in man // Klin. Wschr. 1979. Vol. 57, N 23. P. 1295–1297.
22. Вертипрахов, В.Г., Грозина А.А., Долгорукова А.М. Активность ферментов поджелудочной железы у цыплят-бройлеров на разных этапах пищеварения // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, 4. С. 509–515.
23. Коротько, Г.Ф. Рециркуляция ферментов пищеварительных желез. Краснодар:

ЭДВИ, 2011. 144 с.
24. Onderci M. [et al.] Efficacy of supplementation of alpha-amylase-producing bacterial culture on the performance, nutrient use, and gut morphology of broiler chickens fed corn-based diet // Poultry Sci. 2006. Vol. 85, N 3. P. 505–510.

REFERENCES

1. Linnikov P.I. Russian soybean market: trends, development prospects // Agrarian scientific journal. 2018. 10. P.81-86.
2. Egorov I.A., Vertiprakhov V.G., Lenkova T.N., Manukyan V.A., Egorova T.A., Grozina A.A., Nikonov I.N. The use of white lupine in feed mixtures for meat chickens of original lines and broiler chickens selected by the SMC "Smena" // Poultry farming. 2020. 7-8. P.11-17.
3. Zhuravlev M.S., Vertiprakhov V.G., Koshcheeva M.V., Buryakov N.P., Smaglyuk M.I., Istomin A.I. Standardized ileal digestibility of amino acids of a protein concentrate based on the larvae of Lucilia spp. (Diptera: Calliphoridae) and its effect on blood parameters in broiler chickens (Gallus gallus L.) // Agricultural biology. 2020. 55 (6) pp. 1233-1244. doi: 10.15389/ agrobiology.2020.6.1233rus).
4. Ren L.Q., Zhao F., Tan H.Z., Zhao J.T., Zhang J.Z., Zhang H.F. Effects of dietary protein source on the digestive enzyme activities and electrolyte composition in the small intestinal fluid of chickens // Poultry Science. 2012. 91.P. 1641-1646 (doi: 10.3382/ps.2011-02081)
5. Borisenko K.V., Vertiprakhov V.G. Activity of digestive enzymes of duodenal contents when exogenous protease is introduced into the diet of broiler chickens. In the collection: Current problems of veterinary medicine, animal science and biotechnology. Collection of scientific works of the International educational, methodological and scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the founding of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education MGAVMiB - MBA named after K.I. Scriabin. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named after K.I. Scriabin." 2019. pp. 211-212.
6. Gogina N.N., Vertiprakhov V.G. Activity of digestive enzymes in experimental mycotoxicosis // Poultry farming. 2018. 11-12. pp. 26-28.
7. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental or Other Scientific Purposes (ETS No. 123) [Russian, English] (Strasbourg 03/18/1986). Electronic resource: http:// www.conventions.ru/view_base.php? id=19432
8. Vertiprakhov V.G. Physiology of intestinal digestion in chickens (experimental approach): monograph. M., RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazeva, 2022. 208 p.
9. Vertiprakhov, V.G., Grozina, A.A. Assessment of the condition of the pancreas by the method of determining trypsin activity in the blood of birds // Veterinary Medicine. 2018. 6, 51-54. doi: 10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54.
10. Batoev Ts.Zh. Physiology of digestion in birds. Ulan-Ude. 2001.S. 10-63.
11. Vertiprakhov V.G. Features of the secretory function of the pancreas of broiler chickens and the possibility of correcting animal digestion with zeolite-based enzyme preparations: dissertation. Doctor of Biology Sci. Novosibirsk 2004. pp. 59-60.
12. Fisinin V.I., Egorov I.A., Vertiprakhov V.G., Grozina A.A., Lenkova T.N., Manukyan V.A., Egorova T.A. Activity of digestive enzymes in duodenal chyme and blood plasma in original lines and hybrids of meat chickens when using biologically active additives in the diet // Agricultural biology. 2017. 52 (6). P. 1226-1233.doi: 10.15389/ agrobiology.2017.6.1226 rus
13. Vertiprakhov V.G., Kislova I.V., Ovchinnikova N.V., Koshcheeva M.V. Fat metabolism in laying hens against the background of different lipid components in the diet // Veterinary medicine and feeding. 2022, 6. pp. 16-20. doi CrossRef:10.30917/ ATT-VK-1814-9588-2022-6-4
14. Vertiprakhov V.G., Selionova M.I., Malorodov V.V. Comparative analysis of trypsin activity in blood serum and milk of

cows and goats // Dairy and meat cattle breeding. 2022. 6. pp. 54-57. doi 10.33943/MMS.2022.48.12.010.

15. Zhuravlev M.S., Vertiprakhov V.G., Koscheeva M.V. [etc.] Standardized ileal digestibility of amino acids of a protein concentrate based on the larvae of Lucilia spp. flies. (Diptera: Calliphoridae) and its effect on blood parameters in broiler chickens (gallus gallus L.) // Agricultural biology. 2020. T. 55 (6). pp. 1233-1244. doi 10.15389/agrobiology.2020.6.1233rus.

16. Kharitonov, E. L. Comparative studies of the use of soybean meal and cake in the diets of lactating cows in equivalent quantities for metabolic protein // Dairy and beef cattle breeding. 2018. 2. pp. 17-20.

17. Tarasenko, O.A., Golovko E.N., Kononenko S.I. Improving the protein conversion of cakes and meals in growing pigs // Problems of biology of productive animals. 2009. 1. pp. 49-57.

18. Gőtze, H., Rothman S.S. Enteropancreatic circulation of digestive enzyme as a conservation mechanism // Nature. 1975. Vol. 257. P. 607–609;

19. Liebow, C., Rothman S.S. Enteropancreatic circulation of digestive enzymes // Science. 1975. Vol. 189. P. 472–474.

20. Goetze, H., Rothman S.S. Amylase transport across ileal epithelium in vitro // Biochim. Biophys. Acta. 1978. Vol. 512, N 1. R. 214–220.

21. Heinrich H.C. [et al.] Enteropancreatic circulation of trypsin in man // Klin. Wschr. 1979. Vol. 57, N 23. P. 1295–1297.

22. Vertiprakhov, V.G., Grozina A.A., Dolgorukova A.M. Activity of pancreatic enzymes in broiler chickens at different stages of digestion // Agricultural biology. 2016. T. 51, 4. pp. 509–515.

23. Korotko, G.F. Recirculation of digestive gland enzymes. Krasnodar: EDVI, 2011. 144 p.

24. Onderci M. [et al.] Efficacy of supplementation of alpha-amylase-producing bacterial culture on the performance, nutrient use, and gut morphology of broiler chickens fed corn-based diet // Poultry Sci. 2006. Vol. 85, N 3. P. 505–510.

УДК 619:574.3
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.156

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБ В ЮЖНОЙ АКВАТОРИИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Романов А.Ю. – аспирант, **Аршаница Н.М. *–** к. биол. н., вед. науч. сотр.

Санкт-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга)

*negan94@yandex.ru

Ключевые слова: *Ладожское озеро, южная акватория, рыбохозяйственное значение, личинки рыб, воспроизводство рыб, патология, токсикоз, профилактика.*

Keywords: *Ladoga Lake, southern water area, fishery significance, fish larvae, fish reproduction, pathology, toxicosis, prevention.*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Южная акватория Ладожского озера, имеет важное рыбохозяйственное значение - как место нереста, нагула и промысла рыб. Гидрологические особенности этой акватории в сочетании с размещением источников загрязнения, способствовали созданию повышенного уровня антропогенной нагрузки – массовому поражению рыб токсикозом и нарушению процесса естественного воспроизводства, что было отмечено в восьмидесятых годах прошлого столетия. Период раннего онтогенеза рыб наиболее чувствительный в жизненном цикле рыб и это особенно сказывается на лососевых и сиговых рыбах, которые особенно чувствительны к антропогенному воздействию, включая токсикологический фактор. Как показали исследования – воздействие загрязняющих веществ отрицательно сказалось и на других видах рыб, нерестилища которых находится на этой акватории. Последние ихтиопатологические исследования рыб на данной акватории, которая включает три губы: Шлиссельбургскую, Волховскую и Свирскую, показали массовое поражение рыб токсикозом, что побудило провести исследование ранней молоди рыб на литоральных участках губ. Было показано, что на обследованных акваториях от 30 до 70% ранней молоди (личинок, мальков) поражено токсикозом с визуальными проявлениями патологического процесса в костной ткани, зрительной, кровеносной системе и пр. Типичными аномалиями являются черепно-лицевые дефекты, аномалии позвоночника, дефекты глаз, сердечно-сосудистой системы. Показано, что костная, кровеносная, зрительная системы, на ранних стадиях являются очень чувствительными к действию токсикантов. Воспроизводство популяции является интегральным выражением влияния совокупного действия факторов окружающей среды и самого организма рыб. Результаты проведенных исследований показали выраженное нарушение естественного воспроизводства рыб, что отрицательно сказывается на продуктивности водоема. Профилактические мероприятия по воспроизводству рыб связаны с мелиорацией загрязняемых нерестилищ и заводским воспроизводством ценных видов рыб.

Типичными аномалиями являются черепно-лицевые дефекты, аномалии позвоночника, дефекты глаз, сердечно-сосудистой системы. Показано, что костная, кровеносная, зрительная системы, на ранних стадиях являются очень чувствительными к действию токсикантов. Воспроизводство популяции является интегральным выражением влияния совокупного действия факторов окружающей среды и самого организма рыб.

ВВЕДЕНИЕ/ INTRODUCTION

Южная акватория Ладожского озера имеет важное рыбохозяйственное значение, особенно ее литоральная зона, где происходит размножение, нагул, а также вылов основных промысловых видов рыб.

Гидрологические особенности этой акватории в сочетании с размещением источников загрязнения, создают особый токсикологический режим, оказывающий негативное воздействие на биоту и прежде всего на ихтиофауну. Загрязнение этой акватории и других водоемов бассейна Ладожского озера началось с семидесятых годов прошлого столетия – начало интенсивного развития промышленности и сельского хозяйства, достигшее своего максимума в восьмидесятых годах, что показали результаты комплексных исследований в водной системе: оз. Ильмень – р.Волхов – оз.Ладожское – р.Нева и Невская губа [1].

Было показано, что р.Волхов ниже г.Кириши имеет высокий уровень загрязнения и это особенно выраженно сказалось на ихтиофауне и ее воспроизводстве – молодь рыб была малочисленна и массово поражена токсикозом, с такими проявлениями как сколиозы разной степени выраженности, деформации головы, анемии и пр.

Поражение молоди рыб было отмечено и на Волховском рыбоводном заводе по воспроизводству сига с последующей массовой гибелью. Загрязнение источника водоснабжения рыбоводного завода и в последующие годы приводило к массовой гибели инкубируемой икры и молоди сига [2].

Исследование разных видов рыб, внедряемых в аквакультуру и рыбоводство показало, что лососевые и сиговые рыбы наиболее чувствительные к основным типам загрязнения и особенно в период раннего онтогенеза [3].

Вынос загрязняющих веществ р.Волхов в Волховскую губу выраженно сказался на рыбах и их естественном воспроизводстве, что показали исследования ранней молоди рыб, проведенных в девяностых годах прошлого столетия [4]. Было показано массовое поражение токсикозом ранней молоди различных видов рыб с последующей гибелью наиболее пораженных особей.

Дальнейшие исследования рыб в Волховской губе озера также показали их поражение токсикозом и при этом отмечалось нарушение естественного воспроизводства с массовым поражением токсикозом личинок различных видо рыб [5]. Было показано, что визуальные поражения личинок с дефектами позвоночника и головы составило 26%.

Исследование мальков показало, что таких особей было всего 5%, а осенью единично встречались сеголетки с патологией костной ткани, пораженные рыбы как правило погибали.

Период раннего онтогенеза самый критический в жизненном цикле рыб. Высокая чувствительность икры и особенно личинок рыб объясняется низкой способностью к детоксикации по сравнению с взрослыми рыбами, так как пределы толерантности для эмбрионов и личинок более узкие из-за недостаточной сформированности системы защиты. После оплодотворения цитоплазма клетки икры становится отделенной от желтка и формирует бластодиск, бластодерму с последующим развитием эмбриона. Токсические вещества могут воздействовать на все процессы, что приводит к нарушению развития эмбриона: морфологически, дегенеративно, воздействие на формирование органов и тканей, процесс роста и развития [6].

Типичными аномалиями являются черепно-лицевые дефекты, аномалии позвоночника, дефекты глаз, сердечно-

сосудистой системы. Показано, что костная, кровеносная, зрительная системы, на ранних стадиях являются очень чувствительными к действию токсикантов [7]. Воспроизводство популяции является интегральным выражением влияния совокупного действия факторов окружающей среды и самого организма рыб [8,9].

Конечный итог – низкая выживаемость личинок, мальков, ослабленное потомство и сокращение популяции [10]. По количеству пораженного токсикозом потомства рыб можно судить об уровне загрязнении среды обитания [11]

Костная, кровеносная и зрительная системы на разных стадиях формирования являются особо чувствительными к действию токсикантов. Выраженное влияние на нарушение онтогенеза и аномалии костной ткани у личинок и мальков, а также поражение глаз, является важным показателем загрязнения среды обитания рыб на акватории нерестилищ [12,13].

Наличие сколиозов других дефектов костной ткани является обычным проявлением токсического воздействия. После оплодотворения икра рыб интенсивно собирает на своей оболочке различные токсиканты, включая металлы, часто в очень высоких концентрациях. Но проникновение загрязняющих веществ через оболочку затруднено и зависит как от токсиканта, так и от строения оболочки у различных видов рыб. После оплодотворения эмбрионы восприимчивы к токсическим веществам в течении всего периода развития [14].

По нашим наблюдениям визуальное проявление токсикоза у половозрелых рыб в герминативной системе отмечаются редко и в последнюю очередь по сравнению с другими органами.

Последние исследования по оценке состояния рыб в южной акватории Ладожского озера, показали их массовое поражение токсикозом, несколько слабее выраженное по сравнению с результатами массовых исследований восьмидесятых годов прошлого столетия [15], что вызвало необходимость провести исследования по оценке состояния ранней молоди различных видов рыб на этой акватории и определить воздействие загрязняющих веществ на процесс естественного воспроизводства. Материалы проведенного исследования предоставлены в статье.

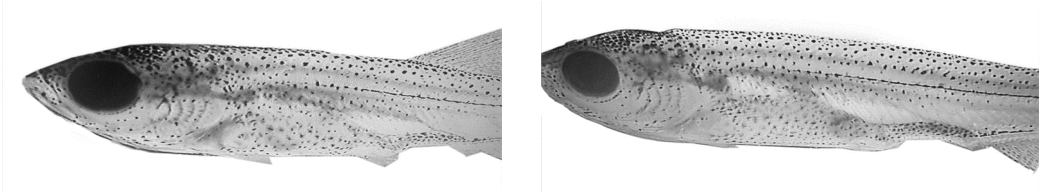


Рис. – 1 Здоровая живая ранняя молодь различных видов рыб

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования проведены в весенне-летний период 2023г. в прибрежных акваториях Шлиссельбургской, Волховской и Свирской губ. В качестве орудия лова использовалась ихтиопланктонная сеть ИКС-80 (сито №13-15). Численность молоди определялась после 5-10 минутного траления. Подсчитывалось количество пойманных и пораженных экземпляров. Всего отловлено и исследовано около 5 тыс. экземпляров личинок и мальков различных видов рыб.

Молодь фиксировалась в 4% растворе формалина для последующего определения вида [16]. Оценка состояния молоди определялась использованием пособия для взрослых рыб [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ /RESULTS

В Волховской губе была отловлена молодь плотвы, окуня, корюшки, леща, ерша, судака и других видов рыб. У личинок, отловленных недалеко от побережья

устья р. Волхов отмечалось изменение окраски поверхности тела – от анемичной до потускнения с оттенком желтушности. Были выловлены особи с деформацией тела и другими отклонениями от нормы, их процент колебания в пределах 30-40% от числа отловленных.

На акватории устья р.Сясь и выше процент пораженных токсикозом молоди рыб был в пределах 30%. Особенностью поражения было проявление повреждения костной ткани – искривления позвоночника и деформации головы – мопсовидность, изменение окраски тела, пучеглазие, анемия, брюшная водянка и пр. Единично встречались особи с искривлением позвоночника, что привело к искривлению тела (Рис 2).

На более удаленных акваториях процент поражения молоди снижался до 40-50%. Показано, что отмеченные патологии выявлены у молоди рыб существенно менее чувствительной к воздействию загрязняющих веществ, по сравнению с лососевыми и сиговыми, у которых период эмбрионального развития более длительный.

К сожалению, нам не удалось отловить молодь лосося и сига, которая в период раннего онтогенеза наиболее чувствительна к различным токсикантам, отражающим основные типы загрязнения водоемов [3], что подтверждается косвенно на примере Ладожского озера – промысловые запасы лосося (включая палию) и сига подорваны и их промысел практически прекращен. Исследования молоди рыб на акватории Шлиссельбургской и Свирской губ показали, что и там отмечено массовое поражение токсикозом с аналогичными его проявлениями, но менее выраженными и в меньшем количестве.

Процент визуально пораженных токсикозом рыб на этих акваториях не превышал 30%, причем доминировали особи с повреждениями костной ткани. На рис. 1 представлены здоровые личинки и мальки рыб. На рис. 2 представлены особи с различной степенью выраженности повреждения костной ткани. На рисунке 3 показана погибшая молодь рыб с деформацией позвоночника. Таким образом и в настоящее время на акватории южной части Ладожского озера нарушено естественное воспроизводство рыб. Именно нарушение процесса естественного воспроизводства ценных видов рыб, по нашему мнению, явилось одной из основных причин воздействия на популяции рыб в озере и изменение ихтиоценоза в целом. Это было отмечено еще ране. Так, по мнению специалистов ихтиологов [18,19] одной из причин, оказывающих воздействие на ихтиофауну водоема, является токсикологический фактор и его влияние на естественное воспроизводство рыб, что сказывается на состоянии популяций и рыбного населения водоема в целом. В озере резко сократилась численность рыб с длительным циклом развития (лосось, озерная форель, палия, озерные и речные сиги, судак и пр.), что было обусловлено загрязнением нерестилищ и воздействием загрязняющих веществ на воспроизводство. В составе рыбного населения увеличился удельный вес рыб с коротким жизненным циклом – корюшки и ряпушки, вылов которых составляет более половины общего промысла в озере, и эта тенденция продолжается и по сей день. Таким образом, наши последние исследования показали, что воздействием токсикологического фактора и в настоящее время выраженно сказывается как на рыбах, так и на их воспроизводстве.

Мероприятия по снижению токсического воздействия на естественное воспроизводство рыб в южной акватории Ладожского озера малоэффективны, так как загрязнение связано не столько с влиянием сточных вод (за исключением Волховской губы), сколько с поступлением загрязняющих веществ аэрогенным путем и загрязнённым поверхностным стоком. Основным и эффективным мероприятием по стабилизации и увеличению рыбохозяйственного потенциала этой акватории будет являться заводское воспроизводство ценных видов рыб, прежде всего лосося и сигов. Некоторый эффект связан и с мелиорацией нерестилищ этих рыб.

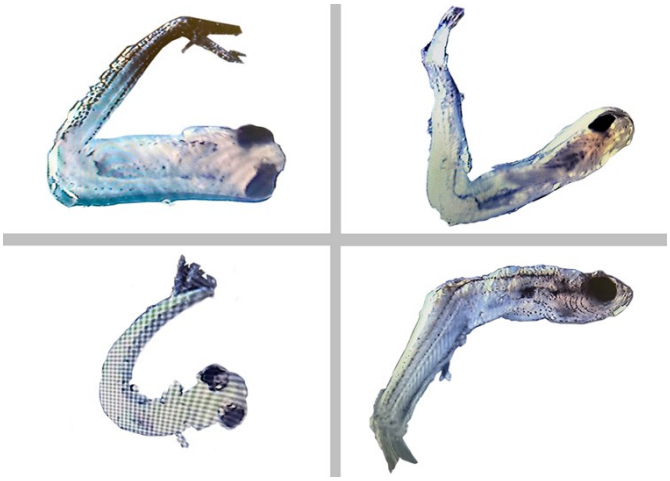


Рис. – 2 Сильное искривление тела погибшей ранней молоди различных видов рыб, отловленных на акватории Волховской губы.

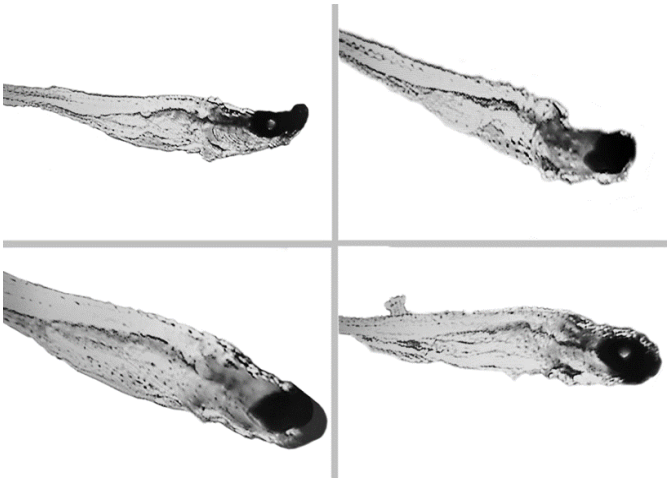


Рис. 3 – Деформация позвоночника погибшей ранней молоди различных видов рыб, отловленных в Волховской губе.

ВЫВОДЫ/ CONCLUSION

Загрязнение южной акватории Ладожского озера выраженно сказалось на естественном воспроизводстве рыб, особенно ценных видов, что показали настоящие и предыдущие исследования. Именно этот фактор воздействия в основном сказался на изменении рыбохозяйтвенного статуса водоема. Исходя из существующего уровня загрязнения акватории, наиболее эффективным мероприятием повышения рыбохозяйственной значимости водоема по ценным видам рыб, может стать их заводское воспроизводство и восполнение полноценного в физиологическом отношении посадочного материала в водоем.

THE IMPACT OF POLLUTION ON FISH REPRODUCTION IN THE SOUTHERN WATERS OF LAKE LADOGA

Romanov A.Yu. – postgraduate student, **Arshanitsa N.M.** * – Candidate of Biological Sciences, leading researcher.

St. Petersburg branch of the All-Russian Scientific Research Institute Institute of Fisheries and Oceanography. (“GosNIORH” named after L.S. Berg)

*negan94@yandex.ru

ABSTRACT

The southern waters of Lake Ladoga have important fishery significance - as a

place for spawning, feeding and fishing. The hydrological features of this water area, combined with the location of sources of pollution, contributed to the creation of an increased level of anthropogenic load - massive toxicosis of fish and disruption of the process of natural reproduction, which was noted in the eighties of the last century.

The period of early ontogenesis of fish is the most sensitive in the life cycle of fish, and this especially affects salmon and whitefish, which are especially sensitive to anthropogenic impacts, including toxicological factors.

As studies have shown, the impact of pollutants has also had a negative impact on other fish species whose spawning grounds are located in this water area. Recent ichthyopathological studies of fish in this water area, which includes three bays: Shlisselburgskaya, Volkhovskaya and Svirskaya, showed massive damage to fish by toxicosis, which prompted a study of early juvenile fish in the littoral areas of the bays. It was shown that in the surveyed water areas from 30 to 70% of early juveniles (larvae, fry) are affected by toxicosis with visual manifestations of the pathological process in the bone tissue, visual, circulatory system, etc. Typical anomalies are craniofacial defects, spinal anomalies, eye defects, of cardio-vascular system. It has been shown that the bone, circulatory, and visual systems are very sensitive to the effects of toxicants in the early stages. Population reproduction is an integral expression of the influence of the combined action of environmental factors and the fish organism itself.

The results of the studies showed a pronounced disruption of the natural reproduction of fish, which negatively affects the productivity of the reservoir. Preventive measures for fish reproduction are associated with the reclamation of polluted spawning grounds and factory reproduction of valuable fish species.

Typical anomalies are craniofacial defects, spinal anomalies, eye defects, and cardiovascular system defects. It has been shown that the bone, circulatory, and visual systems are very sensitive to the effects of toxicants in the early stages. Population reproduction is an integral expression of the influence of the combined action of environmental factors and the fish organism itself.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федорова Г.В., Аршаница, Н.М. Материалы ихтиотоксикологических исследований в бассейне Ладожского озера / Г.В. Федорова, Н.М. Аршаница // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 285. – с. 12–23.
2. Кольчугина О.А. Уровень поражения токсикозами рыб Волховского водохранилища / О.А. Кольчугина, Н.М. Аршаница// Всероссийская науч. конференция с междунар. Участием. – Казань, Отечество, - 2009 – Т.4. – с. 128-131.
3. Аршаница Н.М. Видовая чувствительность рыб к некоторым типам загрязнения водоемов / Н.М. Аршаница, Б.К. Каримов// Материалы Всероссийской научн. Конф. «Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России. – СПБ. – 2011. - С. 35-40.
4. Огородникова В.А. Распределение и численность ранней молоди массовых видов рыб в южной части Ладожского озера / В.А. Огородникова, О.Н. Суслопарова // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. – 1995. – Вып. 314. – С. 231–247.
5. Гребцов, М.Р. Эколого-токсикологическое состояние Волховской губы Ладожского озера / М.Р. Гребцов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2014. – № 3. – С. 239-235.
6. Weis P., Weis L.S. The developmental toxicity of metals and metalloids in fish/ Metal Ecotoxicology//Ed. C. Michall et al (Fla.): CRC. Lewis Publ., - 1991. – P. 145 – 169.
7. Lawrence A.J. Moor et al. Molecular / cellular processes and the Physiological response to pollution// Effects of Pollution on Fish/ Ed. Al Lawrence, K.G. Hemingway, NY: Blackwel Sci, 2003. P. 83-133.
8. Шатуновский М.И. Акимова Н.В., Рубан Г.И. Реакция воспроизводительной системы на антропогенные воздействия / М.И. Шатуновский, Н.В. Акимова, Г.И.

Рубан// Вопросы ихтиологии. – 1996. – №2. – С. 229-247.
9. Elliot M. Hemingway K.L. From the individual to the Population on Community Responses to Pollution // Effect of Pollutin on Fish/ Ed. Al Lawrence, K.G. Hemingway NY: Blackwel Sci, 2003. P. 221-255.
10. Hylland K., Feist S., Tain J., Forlin L., Mollecular/ cellular processes and health of individual// Effects of Pollution on Fish/ Ed. Al Lawrence, K.G. Hemingway, NY: Blackwel Sci, 2003. P. 134-166.
11. Аршаница Н.М., Стекольников А.А. Токсикозы рыб. Диагностика и профилактика/ Н.М. Аршаница, А.А. Стекольников// СПБ. – М. – Краснодар. – 2022. – 157 с.
12. Кудерский, Л.А Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам /Л.А. Кудерский// СПБ. – М. – 2007. - с. 213-524.
13. Аршаница, Н.М. Антропогенное влияние на популяцию сигов южной части Ладожского озера / Н.М. Аршаница, Г.В.Федорова // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. –1986. – Вып. 257. – с. 75-84.
14. Попов П.А. оценка эколого-токсикологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации / П.А. Попов – Новосибирск - 2002. – 269 с.
15. Романов, А.Ю. Эколого-ихтиотоксикологическое состояние южной акватории Ладожского озера / А.Ю. Романов, Н.М. Аршаница// Международный вестник ветеринарии. – СПб. – 2023. – № 2. – С. 171–178
16. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб / А.Ф. Коблицкая // М. – 1981 – 208С.
17. Аршаница, Н.М. Патоморфологический анализ в полевых и экспериментальных условиях / Н.М. Аршаница, Л.А. Лесников // Методы ихтиотоксикологических исследований. – 1987. – С. 7–9.
18. Румянцев, В.А. Формирование качества воды Ладожского озера в современных условиях, как основа его рыбных ресурсов. Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века / В.А. Румянцев // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. – 2007. – Вып. 337. СПБ. – Москва – С. 472 – 483.
19. Кудерский, Л.А. Осетровые рыбы в бассейне Онежкого и Ладожского озер / Л.А. Кудерский // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. – 1983. – Вып. 205. – С. 128–149

REFERENCES

1. Fedorova G.V., Arshanitsa, N.M. Materials of ichthyotoxicological studies in the Lake Ladoga basin / G.V. Fedorova, N.M. Arshanitsa // Sat. scientific works of GosNIORH. – 1988. – Issue. 285. – p. 12–23.
2. Kolchugina O.A. Level of toxicosis damage to fish in the Volkhov Reservoir / O.A. Kolchugina, N.M. Arshanitsa // All-Russian scientific. conference with international Participation. – Kazan, Fatherland, - 2009 – T.4. - With. 128-131.
3. Arshanitsa N.M. Species sensitivity of fish to certain types of water pollution / N.M. Arshanitsa, B.K. Karimov // Materials of the All-Russian scientific. Conf. “Ecological problems of freshwater fishery reservoirs in Russia. – St. Petersburg. – 2011. - pp. 35-40.
4. Ogorodnikova V.A. Distribution and abundance of early juveniles of common fish species in the southern part of Lake Ladoga / V.A. Ogorodnikova, O.N. Susloparova // Sat. scientific works of GosNIORH. – 1995. – Issue. 314. – pp. 231–247.
5. Grebtsov, M.R. Ecological and toxicological state of the Volkhov Bay of Lake Ladoga / M.R. Grebtsov // Issues of legal regulation in veterinary medicine. – 2014. – No. 3. – P. 239-235.
6. Weis P., Weis L.S. The developmental toxicity of metals and metalloids in fish/ Metal Ecotoxicology//Ed. C. Michall et al (Fla.): CRC. Lewis Publ., - 1991. – P. 145 – 169.
7. Lawrence A.J. Moore et al. Molecular / cellular processes and the Physiological response to pollution // Effects of Pollution on Fish / Ed. Al Lawrence, K.G. Hemingway, NY: Blackwel Sci, 2003, pp. 83-133.
8. Shatunovsky M.I. Akimova N.V., Ruban G.I. Reaction of the reproductive system to

anthropogenic influences / M.I. Shatunovsky, N.V. Akimova, G.I. Ruban // Questions of ichthyology. – 1996. – No. 2. – pp. 229-247.
9. Elliot M. Hemingway K.L. From the individual to the Population on Community Responses to Pollution // Effect of Pollutin on Fish/ Ed. Al Lawrence, K.G. Hemingway NY: Blackwel Sci, 2003, pp. 221-255.
10. Hylland K., Feist S., Tain J., Forlin L., Mollecular/cellular processes and health of individual//Effects of Pollution on Fish/ Ed. Al Lawrence, K.G. Hemingway, NY: Blackwel Sci, 2003, pp. 134-166.
11. Arshanitsa N.M., Stekolnikov A.A. Fish toxicosis. Diagnostics and prevention / N.M. Arshanitsa, A.A. Stekolnikov // St. Petersburg. – M. – Krasnodar. – 2022. – 157 p.
12. Kudersky, L.A. Research on ichthyology, fisheries and related disciplines / L.A. Kudersky // St. Petersburg. – M. – 2007. - p. 213-524.
13. Arshanitsa, N.M. Anthropogenic influence on the whitefish population in the southern part of Lake Ladoga / N.M. Arshanitsa, G.V. Fedorova // Sat. scientific works of GosNIORH. –1986. – Vol. 257. – p. 75-84.
14. Popov P.A. assessment of the ecological and toxicological state of water bodies using ichthyoindication methods / P.A. Popov – Novosibirsk - 2002. – 269 p.
15. Romanov, A.Yu. Ecological and ichthyotoxicological state of the southern waters of Lake Ladoga / A.Yu. Romanov, N.M. Arshanitsa// International Bulletin of Veterinary Medicine. – St. Petersburg. – 2023. – No. 2. – P. 171–178
16. Koblitskaya A.F. Key to juvenile freshwater fish / A.F. Koblitskaya // M. – 1981 – 208C.
17. Arshanitsa, N.M. Pathomorphological analysis in field and experimental conditions / N.M. Arshanitsa, L.A. Lesnikov // Methods of ichthyotoxicological research. – 1987. – P. 7–9.
18. Rumyantsev, V.A. Formation of the water quality of Lake Ladoga in modern conditions, as the basis of its fish resources. Research in ichthyology and related disciplines on inland waters at the beginning of the 21st century / V.A. Rumyantsev // Sat. scientific works of GosNIORH. – 2007. – Issue. 337. St. Petersburg. – Moscow – pp. 472–483.
19. Kudersky, L.A. Sturgeon fish in the basin of Onega and Ladoga lakes / L.A. Kudersky // Sat. scientific works of GosNIORH. – 1983. – Issue. 205. – pp. 128–149

БИОХИМИЯ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ

УДК: 636.424.1: 611.636
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.164

ГИСТОМОРФОЛОГИЯ ПУЗЫРЬКОВИДНОЙ И ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗ НОВОРОЖДЕННЫХ ПОРОСЯТ

Былинская Д.С. * – к. вет. н., доц. каф. анатомии животных (ORCID 0000-0001-9997-5630); **Зеленевский Н.В.** – д-р. вет. н., проф. каф. анатомии животных (ORCID 0000-0001-6679-6978).

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

*goldberg07@mail.ru

Ключевые слова: поросенок, предстательная железа, пузырьковидная железа, гистоморфология.

Key words: piglet, prostate gland, vesicular gland, histomorphology.

Поступила: 27.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Экономическая эффективность животноводства зависит от продуктивности стада, которую обычно оценивают путем анализа репродуктивных показателей самок. Однако следует в равной мере учитывать и аналогичные показатели самцов. Придаточные половые железы самцов участвуют в выработке семенной плазмы, тем самым играют важную роль в репродуктивном процессе. Цель исследования – дать гистоморфологическую характеристику придаточных половых желез и определить их функциональное состояние у новорожденных поросят породы йоркшир. Объектом исследования послужили придаточные половые железы новорожденных поросят в возрасте 1 суток. Производили отбор пузырьковидной и предстательной желез для гистологического исследования. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина в течение 24 часов, после по общепринятой методике заливали в парафин. Затем изготавливали срезы толщиной 3-5 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином. Часть срезов были окрашены Трихромом по Массону, альциановым синим. Установлено, что у новорожденных поросят пузырьковидная железа располагается на дорсальной поверхности мочевого пузыря, у начала тазовой части мочеиспускательного канала. Предстательная железа располагается каудально от пузырьковидной, дорсально от мочеполового канала. При исследовании установлены основные гистоморфологические особенности пузырьковидной и предстательной железы у новорожденных поросят. Паренхима желез находится в стадии функциональной незрелости, большую часть органа занимает соединительнотканная строма, среди элементов которой отмечается большое количество клеток фибробластического ряда. При этом отмечается секреторная активность некоторых концевых отделов пузырьковидной железы. Полученные данные являются отправной точкой для дальнейших исследований функциональной активности клеток придаточных половых желез у хряков.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Экономическая эффективность животноводства зависит от продуктивности стада, которую обычно оценивают путем анализа репродуктивных показателей самок. Однако следует в равной мере учитывать и аналогичные показатели самцов. Придаточные половые железы самцов участвуют в выработке семенной плазмы, тем самым играют важную роль в репродуктивном процессе. Семенная плазма представляет собой раствор буферов, питательных и других веществ, которые выполняют следующие функции: питают сперматозоиды и активируют их, очищают мочеполовой канал перед эякуляцией, нейтрализуют кислую среду половых путей самки, разжижают эякулят, а у некоторых видов образуют пробку в шейке матки. Активность придаточных половых желез зависит от уровня андрогенов в крови. Качество спермы (её объем, подвижность спермиев, резистентность) зависит в том числе и от качества семенной плазмы. Вклад каждой железы в объем эякулята варьируется у разных видов. Это обусловлено особенностями видовой анатомии. Исследование развития придаточных половых желез у самцов сельскохозяйственных животных имеет важное значение [1-4]. Цель исследования – дать гистоморфологическую характеристику придаточных половых желез и определить их функциональное состояние у новорожденных поросят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Объектом исследования послужили придаточные половые железы новорожденных поросят породы йоркшир в возрасте 1 суток. После вскрытия брюшной полости и полости малого таза, производили отбор пузырьковидной и предстательной желез для гистологического исследования. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина в течение 24 часов, после по общепринятой методике заливали в парафин. Затем изготавливали срезы толщиной 3-5 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином. Часть срезов были окрашены Триxромом по Массону, альциановым синим. Анализ гистологических препаратов проводился при помощи светооптического микроскопа Carl Zeiss Axioskop 2 Plus при увеличении 40, 100, 400, 1000. Микрофотографирование проводили при помощи цифровой фотокамеры Carl Zeiss AxioCam ERc5s и программного обеспечения AxioVision 4.8 Морфометрические измерения проводили вручную при помощи программного обеспечения AxioVision 4.8, ImageJ [5-11].

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Пузырьковидная железа (glandula vesicularis) является парной железой. У новорожденных поросят она развита слабо и располагается на дорсальной поверхности мочевого пузыря, у начала тазовой части мочеиспускательного канала. Представляет собой вытянутое в краниальном направлении, дольчатой структуры образование.

Снаружи пузырьковидная железа покрыта толстой соединительнотканной капсулой, толщина которой составила 89,7±12,6 мкм. Строма железы имеет трабекулы, делящие ее на дольки, содержит большое количество клеток фибробластического ряда, формирующих часто разнонаправленные пучки. Клетки удлиненной веретеновидной формы со светлоэозинофильной цитоплазмой, сливающейся с коллагеновым матриксом. Ядра клеток овально-округлой формы, нормохромные.

Паренхима железы образована ветвящимися трубчатыми железами, толщина которых варьировала в пределах 90-120 мкм, выстланными кубическим и призматическим эпителием. В концевых отделах железы образованы крупными мукоцитами с обильной светлоэозинофильной цитоплазмой и смещенными к базальному полюсу уплощенными ядрами. При окраске альциановым синим наблюдается выраженная секреторная активность данных клеток. Также в железе определяется хорошо развитая система протоков, выстланных кубическим эпителием. Средний диаметр наиболее крупных протоков составил в среднем 169,2±20,8 мкм. Вы-

водные протоки также содержали слизистый секрет.

Предстательная железа (glandula prostata) непарная, у исследуемой возрастной группы поросят развита слаба. Она располагается каудально от пузырьковидной железы, дорсально от мочеполового канала. Является паренхиматозной трубчато-альвеолярной железой. Её строма снаружи формирует соединительнотканную капсулу, толщина которой составила 62,6±7,9 мкм. Строма железы имеет волокнисто-эластические трабекулы, делящие ее на дольки, содержит большое количество клеток фибробластического ряда, формирующих часто разнонаправленные пучки. Клетки удлиненной веретеновидной формы со светлоэозинофильной цитоплазмой, сливающейся с коллагеновым матриксом. Ядра клеток овально-округлой формы, нормохромные.

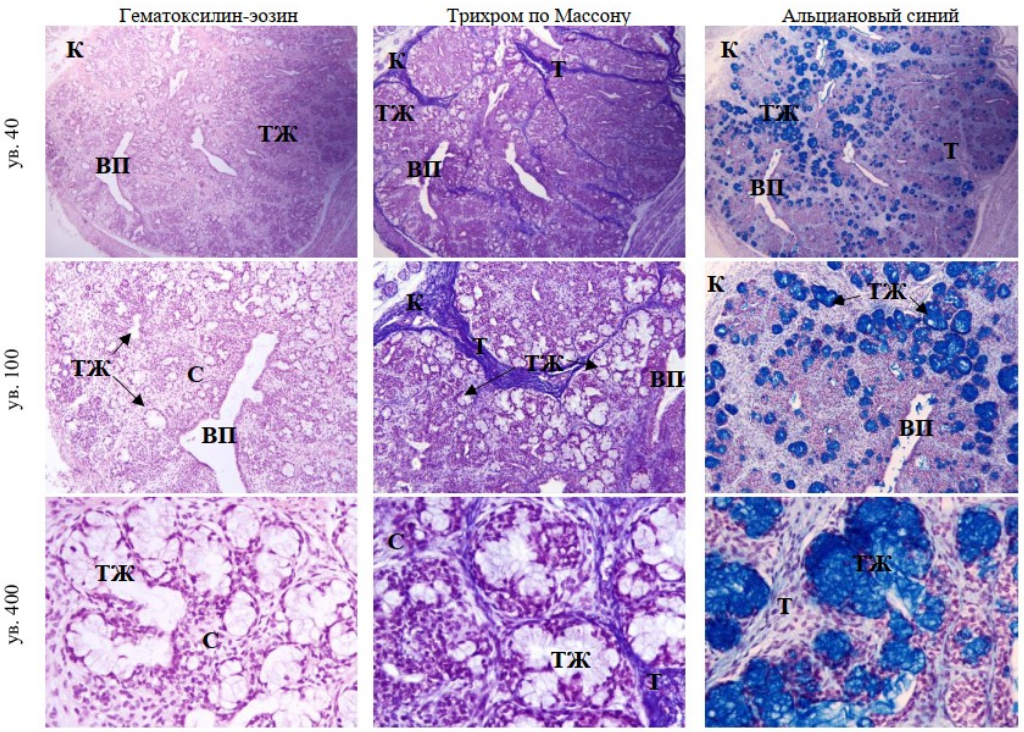


Рис. 1 – Пузырьковидная железа. Поросенок, возраст 1 сутки.
ТЖ – тубулярные железы; К – капсула; С – строма; Т – трабекулы;
ВП – выводные протоки.

Паренхиму составляют трубчато-альвеолярные железы, которые образованы кубическим, а чаще столбчатым многорядным эпителием. Эпителиоциты, формирующие железистые структуры, со светлоэозинофильной, местами вакуолизированной цитоплазмой. Ядра клеток округлой формы, нормохромные и слабо-гиперхромные, располагаются центрально или смещены к базальному полюсу клеток. Диаметр просвета желез составил 72,3±6,6 мкм, высота эпителия желез 22,8±2,7 мкм, диаметр ядра 6,2±1,1 мкм.

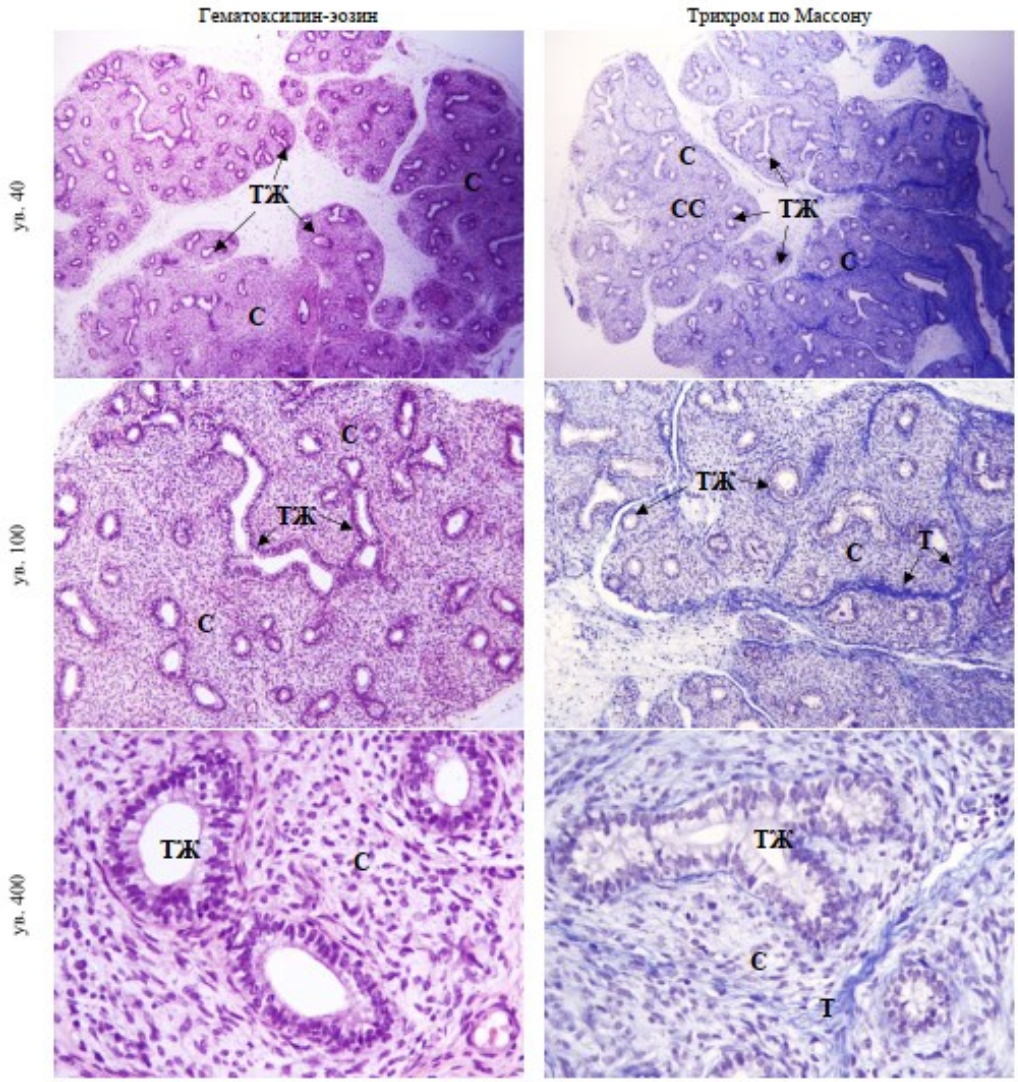


Рис. 2 – Предстательная железа. Поросенок, возраст 1 сутки.
ТЖ – тубулярные железы; С – строма; Т – трабекулы.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом, при исследовании были установлены основные гистоморфологические особенности пузырьковидной и предстательной железы у новорожденных поросят. Паренхима желез находится в стадии функциональной незрелости, большую часть органа занимает соединительнотканная строма, среди элементов которой отмечается большое количество клеток фибробластического ряда. При этом отмечается секреторная активность некоторых концевых отделов пузырьковидной железы. Полученные данные являются отправной точкой для дальнейших исследований функциональной ак-

тивности клеток придаточных половых желез у хряков.

HISTOMORPHOLOGY OF THE VESICULAR AND PROSTATE GLANDS OF NEWBORN PIGLETS

Bylinskaya D.S. – PhD of veterinary science, Associate Professor Animal Anatomy (ORCID 0000-0001-9997-5630), **Zelenevsky N.V.** – Doctor of veterinary sciences, rofessor Animal Anatomy (ORCID: 0000-0001-6679-6978)

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

*goldberg07@mail.ru

ABSTRACT

The economic efficiency of animal husbandry depends on the productivity of the herd, which is usually assessed by analyzing the reproductive performance of females. However, similar indicators of males should be equally taken into account. The accessory sex glands of males are involved in the production of seminal plasma, thereby playing an important role in the reproductive process. The aim of the study is to give a histomorphological characteristic of the accessory sex glands and to determine their functional state in newborn piglets. The object of the study was the accessory sex glands of newborn piglets at the age of 1 day. The vesicular and prostate glands were selected for histological examination. The material was fixed in a 10% solution of neutral formalin for 24 hours, after which it was poured into paraffin according to the generally accepted method. Then sections with a thickness of 3-5 microns were made, which were stained with hematoxylin and eosin. Some of the sections were painted with Masson Trichrome, alcian blue. It was found that in newborn piglets, the vesicular gland is located on the dorsal surface of the bladder, at the beginning of the pelvic part of the urethra, the prostate gland is located caudally from the vesicular gland, dorsally from the genitourinary canal. The study established the main histomorphological features of the vesicular and prostate glands in newborn piglets. The parenchyma of the glands is in the stage of functional immaturity, most of the organ is occupied by the connective tissue stroma, among the elements of which there is a large number of fibroblastic cells. At the same time, secretory activity of some end sections of the vesicular gland is noted. The data obtained are the starting point for further studies of the functional activity of the cells of the accessory sex glands in boars.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зеленевский, Н. В. Анатомия животных: Учебник для вузов / Н. В. Зеленевский, М. В. Щипакин. – 3-е издание, стереотипное. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2022. – 484 с. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48047107

2. Практические рекомендации по воспроизводству крупного рогатого скота / К. В. Племяшов, Г. М. Андреев, [и др.]. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2008. – 90 с. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21753377

3. Основные закономерности преобразований органов репродуктивной системы в ходе эволюции позвоночных: сравнительная морфофункциональная характеристика / Н. Н. Шевлюк, Т. Ж. Умбетов, Е. В. Блинова [и др.] // Серия конференций ЗКГМУ имени Марата Оспанова, Актобе, 05–06 октября 2017 года. Том I. – Актобе: Западно-Казахстанский государственный медицинский университет имени Марата Оспанова, 2017. – С. 255-258. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35637673

4. Vascularization and innervation of the adnexal genital glands (AGG) of boars / N. Zelenevskiy, M. Shchipakin, A. Prusakov [et al.] // Theriogenology. – 2019. – Vol. 137. – P. 137. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2019.05.080 Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41532460

5. Гущин, Я. А. Влияние фиксирующих жидкостей на микроскопическую структуру органов мелких лабораторных животных / Я. А. Гущин, А. А. Му-

жикян // Международный вестник ветеринарии. – 2014. – № 3. – С. 88-95. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22307725

6. Мельников, С. И. Морфогистологические особенности строения стенки сетки многокамерного желудка овец эдильбаевской породы в постнатальном онтогенезе / С. И. Мельников // Ступени роста – 2021: Материалы 73-й межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых, Кострома, 05–24 апреля 2021 года / Сост. и отв. редактор Л.А. Исакова. – Кострома: Костромской государственный университет, 2021. – С. 51-52. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47226536

7. Теленков, В. Н. Гистология некоторых структурных компонентов тазовой полости у пушных зверей / В. Н. Теленков, Г. А. Хонин. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. – № 4 (20). – С. 129-131. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14751217

8. Теленков, В. Н. Обоснование техники инъекционного доступа к мочевыводящим органам и придаточным половым железам у кролика / В. Н. Теленков // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3(43). – С. 91-97. DOI: 10.48136/2222-0364.2021.3.91 Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46629987

9. Пидченко, Р. Д. Гистологические особенности стенки мочевого пузыря у поросят породы йоркшир в возрастном аспекте / Р. Д. Пидченко, М. В. Щипакин // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 1. – С. 199-204. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.1.199. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53974067

10. Щипакин, М. В. Возрастные закономерности васкуляризации органов тазовой конечности и тазовой полости хоря золотистого: специальность 06.02.01 "Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных»: диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Щипакин Михаил Валентинович. – Санкт-Петербург, 2007. – 148 с. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16118072

11. Масленицын, К. О. Особенности макростроения и кровоснабжения мочевого пузыря у коз англо-нубийской породы / К. О. Масленицын, М. В. Щипакин // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 19–20 ноября 2019 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2019. – С. 173. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41722251

REFERENCES

1. Zelenevsky, N. V. Animal anatomy: Textbook for universities / N. V. Zelenevsky, M. V. Shchipakin. – 3rd edition, stereotypical. – St. Petersburg: Publishing House "Lan", 2022:484 [in Russ.] https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48047107

2. Practical recommendations on reproduction of cattle / K. V. Plemyashov, G. M. Andreev, P. G. Zakharov [et al.]. – St. Petersburg: St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2008:90 [in Russ.] https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21753377

3. The main patterns of transformations of the organs of the reproductive system during the evolution of vertebrates: comparative morphofunctional characteristics / N. N. Shevlyuk, T. Zh. Umbetov, E. V. Blinova [et al.] // Conference series of the Marat Ospanov State Medical University, Aktobe, 05-06 October 2017. Volume I. – Aktobe: West Kazakhstan State Medical University named after Marat Ospanov, 2017:255-258. [in Russ.] https://www.elibrary.ru/item.asp?id=3563767

4. Vascularization and innervation of the adnexal genitalglands (AGG) of boars / N. Zelenevsky, M. Shchipakin, A. Prusakov [et al.] // Theriogenology. 2019:137:137. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41532460

5. Gushchin, Ya. A. The effect of fixing fluids on the microscopic structure of organs of small laboratory animals / Ya. A. Gushchin, AA Muzhikyan // International Bulletin of Veterinary Medicine. 2014:3:88-95. [in Russ.] https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22307725

6. Melnikov, S. I. Morphohistological features of the structure of the mesh wall of the multicameral stomach of sheep of the Edilbaev breed in postnatal ontogenesis / S. I. Melnikov // Stages of growth - 2021: Materials of the 73rd interregional scientific and practical conference of young scientists, Kostroma, 05-24 April 2021 / Comp. and editor L.A. Isakov. – Kostroma: Kostroma State University, 2021:51-52. [in Russ.] https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47226536

7. Telenkov, V. N. Histology of some structural components of the pelvic cavity in fur-bearing animals / V. N. Telenkov, G. A. Honin. – Text: direct // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2008:4 (20):129-131. [in Russ.] https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14751217

8. Telenkov, V. N. Substantiation of the technique of injection access to the urinary organs and accessory sexual glands in a rabbit / V. N. Telenkov // Bulletin of the Omsk State Agrarian University. 2021:3(43):91-97. [in Russ.] https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46629987

9. Pidchenko, R. D. Histological features of the bladder wall in Yorkshire piglets in the age aspect / R. D. Pidchenko, M. V. Shchipakin // International Bulletin of Veterinary Medicine. 2023:1:199-204. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2023.1.199. [in Russ.]: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53974067

10. Shchipakin, M. V. Age-related patterns of vascularization of pelvic limb organs and pelvic cavity of the golden horus: specialty 06.02.01 "Diagnosis of diseases and therapy of animals, pathology, oncology and morphology of animals": dissertation for the degree of Candidate of Veterinary Sciences / Shchipakin Mikhail Valentinovich. – St. Petersburg, 2007:148 [in Russ.]: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16118072

11.Maslenitsyn, K. O. Features of macrostructure and blood supply of the bladder in goats of the Anglo-Nubian breed / K. O. Maslenitsyn, M. V. Shchipakin // Knowledge of the young for the development of veterinary medicine and the agro-industrial complex of the country: materials of the international scientific conference of students, postgraduates and young scientists, St. Petersburg, November 19-20, 2019. – St. Petersburg: St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2019:173. [in Russ.]: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41722251

УДК: 591.473.31
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.171

СКЕЛЕТОТОПИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ ТОЧЕК ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЧЕТЫРЕХГЛАВОЙ МЫШЦЫ БЕДРА У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПСОВЫХ

Широкова Е.О. – к. биол. н., доц. каф. анатомии и гистологии животных им. профессора А.Ф. Климова, (ORCID 0000-0003-4891-5405), **Слесаренко Н.А.** * [1] – д-р. биол. н., проф. каф. анатомии и гистологии животных им. профессора А.Ф. Климова (ORCID 0000-0002-8350-5965), **Оганов Э.О.** [1] – к. вет. н., доц. каф. анатомии и гистологии животных им. профессора А.Ф. Климова (ORCID 0000-0003-1206-4397).

ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина

* slesarenko2009@yandex.ru

Ключевые слова: *собака, собачий гибрид шалайка, коленный сустав, связки, мышцы, фасции.*

Keywords: dog, canine hybrid shalayka, knee joint, ligaments, muscles, fascia.

Поступила: 02.05.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

В данном исследовании представлены скелетотопические ориентиры точек закрепления четырехглавой мышцы бедра у представителей Canidae (шалайка и собака домашняя), которые отсутствуют в доступной литературе. Так, выявлено, что прямая головка в дистальной части у шалайки прикрепляется к основанию краниальной поверхности коленной чашки сухожильными волокнами, а у собаки домашней обнаружено ее мышечно-сухожильная фиксация. Исследования выполнены на кафедре анатомии и гистологии животных им. профессора А. Ф. Климова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина». Материалом для исследований служил секционный материал – тазовые конечности (n=16), отобранные от взрослых собак и собачьих гибридов (шалайка), без внешних признаков патологий опорно-двигательного аппарата. Использовали методы тонкого макро- и микроанатомического препарирования под контролем бинокулярной лупы «Микромед HR 350 S, с последующим функциональным анализом изучаемых структур и скелетотопическим проецированием точек закрепления мышц на коленной чашке. При изучении структур, расположенных на коленной чашке, установлено, что краниальная головка портняжной мышцы и широкая фасция бедра, покрывая краниальную поверхность коленной чашки, соединяется с подлежащими органами посредством рыхлой соединительной ткани. Однако, на вершине краниального бугорка они тесно срастаются с сухожилием прямой мышцы бедра, а также непосредственно с надкостницей краниального бугорка коленной чашки, а затем, покрывая прямую связку коленной чашки, продолжаются в фасцию голени.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Разработка скелетотопических ориентиров точек закрепления мышц, действующих на коленный сустав, представляет одну из фундаментальных проблем в области клинической анатомии и реконструктивно-восстановительной хирургии [1,3,4,5,7]. Особую значимость для ее решения приобретают не освещенные в доступной литературе сведения, касающиеся анатомического оформления и точек закрепления четырехглавой мышцы бедра – основного экстензора коленного сустава [1,2,6]. На сегодняшний день многие вопросы, раскрывающие видоспецифичность его мышечного аппарата, требуют дальнейшего углубленного изучения. В связи с вышеизложенным, цель настоящего исследования – установить сравнительные скелетотопические ориентиры четырехглавой мышцы бедра у представителей семейства псовых.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования выполнены на кафедре анатомии и гистологии животных им. профессора А. Ф. Климова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина». Материалом для исследований служил секционный материал- тазовые конечности (n=16), отобранные от взрослых собак и собачьих гибридов (шалайка), без внешних признаков патологий опорно-двигательного аппарата. Использовали методы тонкого макро- и микроанатомического препарирования под контролем бинокулярной лупы «Микромед HR 350 S, с последующим функциональным анализом изучаемых структур и скелетотопическим проецированием точек закрепления мышц на коленной чашке

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что большинство авторов рассматривают четырехглавую мышцу бедра как самостоятельную. На основании результатов анатомического препарирования нами установлено, что у изучаемых представителей собачьих – собака домашняя и шалайка с медиальным краем прямой головки четырехглавой мышцы бедра срастается своими сухожильными волокнами краниальная головка портняжной мышцы, а глубокая фасция прямой головки продолжается на коленную чашку, покрывает ее прямую связку и продолжается в глубокую фасцию голени (рис. 2 I, II А-7).С латеральной поверхности бедра нами обнаружен аналогичный ход глубокой фасции, идущей от двуглавой мышцы бедра. Это обусловлено, на наш взгляд, анатомотопографическими особенностями мышц области бедра: формированием единого мышечного подфасциального пласта, образованного двуглавой мышцей бедра, портняжной и стройными мышцами. У изучаемых представителей Canidae (собаки домашней и шалайки) нами обнаружены, как общие закономерности, так и видовые особенности оформления четырехглавой мышцы бедра. Так, у обоих видов прямая головка своим перимизием срастается с латеральной головкой в области проксимальной трети мышцы (рис. 1 I и II В-1, 3).

В свою очередь, латеральная головка пучками своих мышечных волокон срастается с латеральной частью промежуточной головки, а противоположным истончённым краниальным краем продолжается в уплощённый апоневроз, который, окружая прямую головку, переходит на медиальную поверхность и срастается с краниальным краем медиальной головки (I А, Б, В и II А, Б). Кроме этого, от внутреннего сухожильного зеркала латеральной головки, пучки сухожильных волокон направляются к сухожильному зеркалу медиальной головки, формируя при этом сухожильную пластину, находящуюся между прямой и промежуточной головками четырёхглавой мышцы бедра. Таким образом, прямая головка окружена латеральной и медиальной головками, от промежуточной головки отделена сухожильной пластиной. Вместе с тем, прямая головка своим латеральным краем срастается с латеральной головкой.

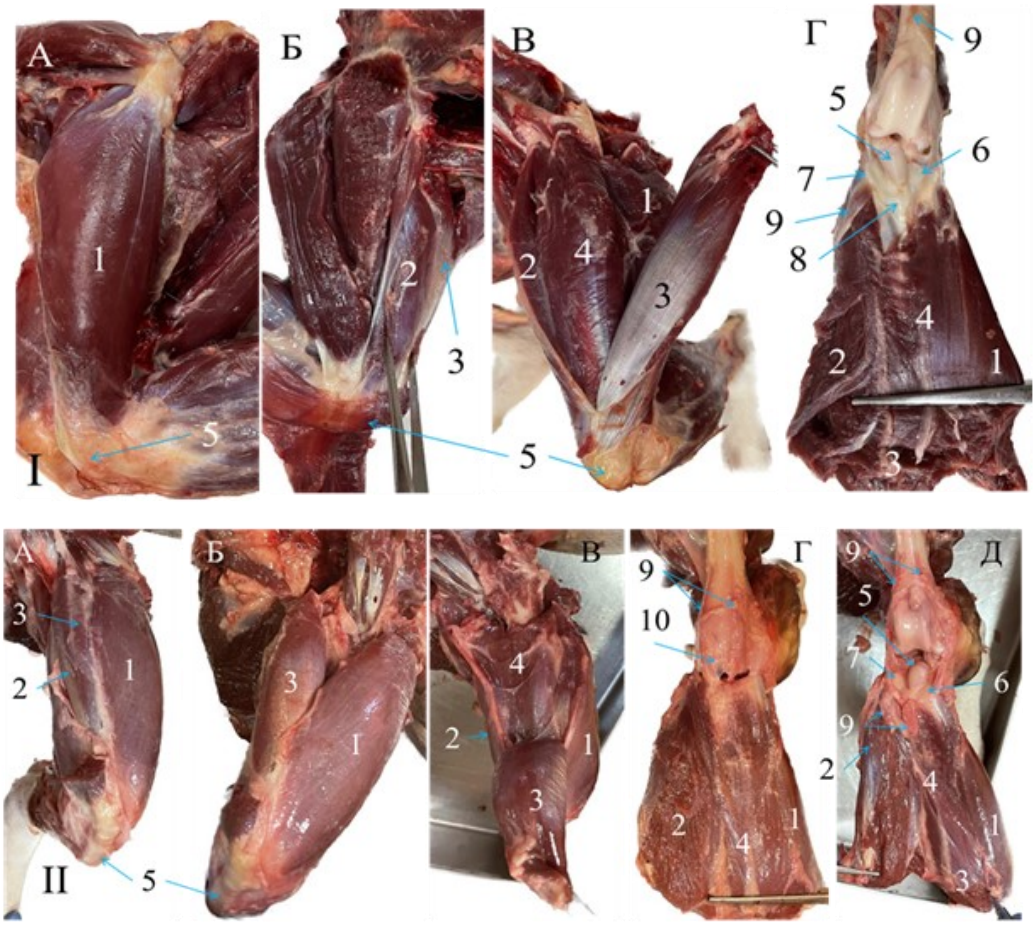


*Рис. 1 – Макроморфологическая картина четырёхглавой мышцы бедра и коленного сустава у шалайки (**I**): **А** – вид с латеральной поверхности; **Б** – вид с медиальной поверхности; **В** – прямая и латеральная головкиотведены; **Г** – все головки отделены от бедренной кости и отведены вниз (коленный сустав вскрыт); **II.** То же самое у питбуля: **А** – вид с краниальной поверхности; **Б** – прямая головка отсечена на проксимальном конце и разделена от латеральной головки; **В** – прямая головка отведена вперёд; **Г** – все головки отделены от бедренной кости и отведены вниз; **Д** – коленный сустав вскрыт и обнажена суставная поверхность коленной чашки: 1 – латеральная, 2 – медиальная, 3 – прямая и 4 – промежуточная головки четырёхглавой мышцы бедра (ч.м.б.); 5. – коленная чашка; 6. – латеральный и 7 – медиальный парапателлярные хрящи, 8 – супрапателлярный хрящ коленной чашки; 9 – капсулярные мышцы коленного сустава; 10. – капсула коленного сустава.*

У шалайки прямая головка имеет более развитое, чем у собаки домашней сухожильное зеркало (3). Медиальная головка у обоих видов по средством мышечных волокон срастается с медиальной частью промежуточной головки. Что касается видовых особенностей, то у шалайки нами обнаружена медиальная капсулярная мышца коленного сустава, которая начинается в дистальной трети кра-

нио-медиальной поверхности диафиза бедренной кости, располагается между промежуточной головкой и надкостницей, а также – на капсуле коленного сустава. У собаки домашней присутствуют две капсулярные мышцы – медиальная и латеральная, которые начинаются также, на кранио-медиальной и кранио-латеральной поверхностях бедренной кости. В области капсулы сустава они проходят над гребнями блока бедренной кости, а затем объединяются и сходятся к коленной чашке (рис. 1 I и II Г-9), закрепляясь на ее основании.

В дистальной части бедра по мере приближения к коленной чашке, головки четырёхглавой мышцы бедра срастаются, однако легко отделяются друг от друга по линии сращения (рис. 2 I и II). Так, прямая мышца бедра своими сухожильными волокнами закрепляется на обширной площадке основания и краниальном бугорке коленной чашки. У шалайки её сухожилие в виде сухожильной пластинки продолжается в дистальном направлении, срастаясь с краниальным бугорком, затем сухожилие проходит над краниальной поверхностью капсулы коленного сустава (между которыми размещается жировое тело), образуя прямую связку коленного сустава, и закрепляется на краниальном бугре большеберцовой кости (рис. 2 I и II А, Б- 4, 2, 8). Важно подчеркнуть, что у собаки домашней краниальный бугорок коленной чашки хорошо выражен, тогда как у шалайки он уплощен.

Латеральная головка на дистальном конце формирует общее плоское сухожилие с латеральной частью промежуточной головки, которое латеральным краем вливается в сухожилие прямой головки, а остальными сухожильными волокнами формирует плотное, плоское сухожилие, покрывающее боковую поверхность капсулы коленного сустава, а также закрепляется на латеральном крае коленной чашки, который является местом вправления в нее латерального парапателлярного хряща (рис. 2 I В-10). Часть сухожильных волокон латеральной головки минуя парапателлярный хрящ, направляется дистально, следуя параллельно прямой связке и закрепляются на латеральном крае краниального бугра большеберцовой кости. Таким образом, они формируют у шалайки дополнительную, латеральную прямую связку коленного сустава.

Латеральная часть промежуточной головки также формирует отдельное тонкое сухожилие, которое направляется над капсулой коленного сустава к латеральной части основания коленной чашки, где в неё вправлен латеральный супрапателлярный хрящ (13).

В этой связи, необходимо отметить, что коленная чашка у собак характеризуется специфичностью формы: на проксимальном конце она сужена, а по направлению к дистальному концу она расширяется и округляется. Нельзя исключить, что выявленные особенности макроморфологии самой крупной сесамовидной кости- коленной чашки, оказывает влияние на формирование околопателлярных структур, стабилизирующих ее позицию.

У шалайки коленная чашка (9) имеет миндалевидную форму к ее латеральному краю прилежит латеральный парапателлярный хрящ (10), а выше лежит латеральный супрапателлярный хрящ (13). Желоб для латерального гребня блока бедренной кости проходит между латеральным супрапателлярным хрящом и самой коленной чашкой вместе с латеральным супрапателлярным хрящом. Медиальный парапателлярный хрящ прилежит к медиальному краю коленной чашки. Несколько выше выступает медиальный супрапателлярный хрящ. Нами установлено, что выявленные хрящевые образования представляют единый медиальный парапателлярный хрящевой комплекс (11), имеющий медиальную супрапателлярную часть (12), в форме желоба. Желоб для медиального гребня блока бедренной кости проходит между медиальным краем коленной чашки и супрапателлярной частью медиального хряща с одной стороны и медиальным парапателлярным хрящом с другой стороны, через вышеописанное углубление (желобок).

Вместе с этим, нужно отметить, что его парапателлярная часть связана с сухожилием медиальной головки, а супрапателлярная часть – со средней частью промежуточной головки четырёхглавой мышцы.

У собаки, в отличие от шалайки, нами выявлено отсутствие латерального супрапателлярного хряща, а медиальный парапателлярный хрящ соответствует такому шалайке, то есть является частью медиального парапателлярного хряща, однако желоб между ним и его супрапателлярной частью слабо выражен (рис. 2 II В, Г-11, 12). Суставная поверхность коленной чашки (9) у собак более рельефна и относительно шире, чем у шалайки (I В- 9).

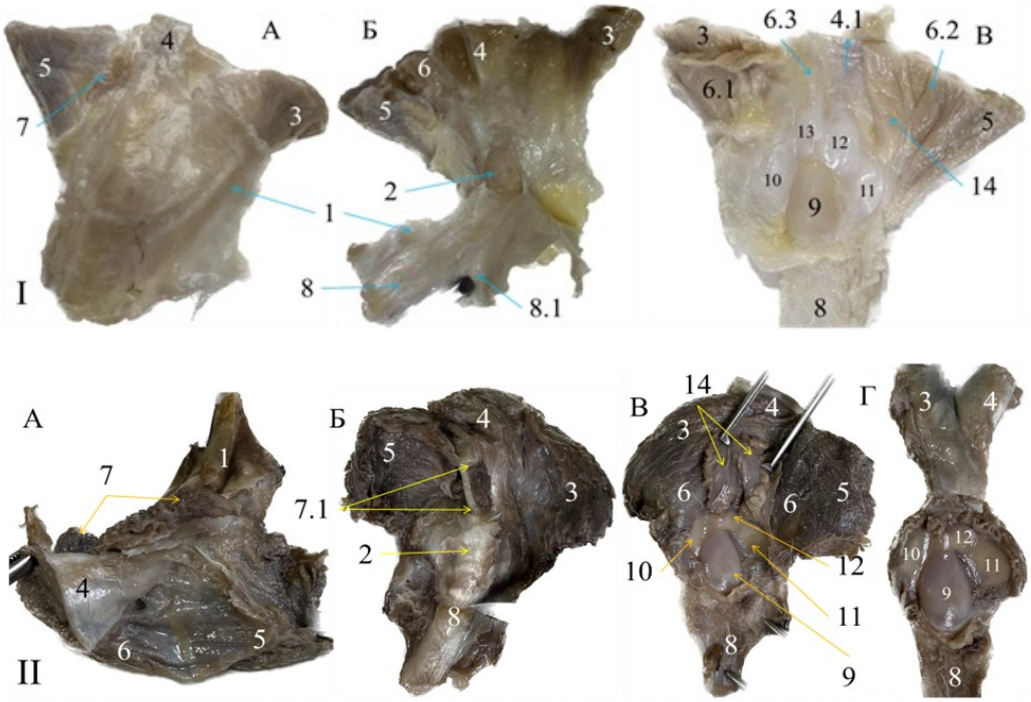


Рис. 2 – Макроморфологическая картина области коленной чашки ***I*** *– у шалайки:* ***А*** *– вид снаружи;* ***Б*** *– глубокая фасция бедра частично срезана;* ***В*** *– вид с внутренней поверхности суставной капсулы;* ***II*** *– то же самое у собаки домашней:* ***А*** *– вид с латеро -краниальной поверхности;* ***Б*** *– глубокая фасция удалена;* ***В*** *– вид с внутренней поверхности;* ***Г*** *– вид с внутренней поверхности (большинство мягких тканей удалены): 1 – глубокая фасция; 2 – краниальный бугорок коленной чашки; 3 – латеральная, 4 – прямая, 5 – медиальная и 6 – промежуточная головки ч.м.б.; 7 – портняжная м.; 8 – прямая связка коленного сустава, 8.1 – добавочная латеральная прямая связка; 9 – суставная поверхность коленной чашки; 10. – латеральный парапателлярный хрящ; 11 – медиальный парапателлярный хрящ и 12 – его медиальная супрапателлярная часть; 13 – латеральный супрапателлярный хрящ коленной чашки; 14 – капсулярные мышцы.*

При изучении структур, расположенных на коленной чашке, установлено, что краниальная головка портняжной мышцы и широкая фасция бедра, покрывая краниальную поверхность коленной чашки, соединяется с подлежащими органами посредством рыхлой соединительной ткани. Однако, на вершине краниального бугорка они тесно срастаются с сухожилием прямой мышцы бедра, а также непосредственно с надкостницей краниального бугорка коленной чашки, а затем, покрывая прямую связку коленной чашки, продолжаются в фасцию голени.

Сухожилия латеральной и медиальной головок четырехглавой мышцы бедра, по нашим данным, закрепляются на боковых поверхностях коленной чашки посредством парапателлярных хрящей. Части промежуточной головки при приближении к коленной чашке пучками мышечных волокон прикрепляются к проксимальному краю ее основания, посредством супрапателлярных хрящей, а пучки мышечных волокон и сухожилия плотно срастаются с сухожилиями латеральной и медиальной головок четырёхглавой мышцы бедра.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом нами разработаны скелетотопические ориентиры точек закрепления четырехглавой мышцы бедра у представителей Canidae (шалайка и собака домашняя), которые отсутствуют в доступной литературе.

Так, выявлено, что прямая головка в дистальной части у шалайки прикрепляется к основанию краниальной поверхности коленной чашки сухожильными волокнами, а у собаки домашней обнаружено ее мышечно-сухожильная фиксация. Формируя относительно широкую, но тонкую сухожильную пластину, она перебрасывается через краниальный бугорок коленной чашки, затем в неё вплетаются дополнительно сухожильные волокна от латеральной и медиальной головок, а также от краниальной части портняжной и двуглавой мышц бедра. Далее, прямая головка получает пучки сухожильных волокон, начинающиеся на участке ниже краниального бугорка, вплоть до вершины коленной чашки, формируя ее мощную прямую связку. У шалайки нами обнаружена дополнительная тонкая латеральная прямая связка коленной чашки.

При послойном препарировании структур, расположенных на коленной чашке, установлено, что конечные сухожилия латеральной и медиальной головок четырехглавой мышцы бедра срастаются с пластинчатой формы сухожилиями латеральной и медиальной частей промежуточной головки. Их общие апоневротические сухожилия закрепляются на краниолатеральной и кранио-медиальной поверхностях коленной чашки соответственно. Медиальное сухожилие имеет точку фиксации на границе между медиальным парапателлярным хрящом и коленной чашкой. Общее сухожилие латеральной головки и латеральной части промежуточной головки, также характеризуется пластинчатой формой и закрепляется вокруг кранио-латеральной суставной поверхности коленной чашки, дистальнее сухожилие утолщается и закрепляется на площадке, расположенной чуть выше вершины коленной чашки. Необходимо отметить, что это латеральное сухожилие, у шалайки, продолжается вниз, формируя латеральную добавочную прямую связку, которая лежит на наружной поверхности капсулы коленного сустава (латеральнее прямой связки) и далее прикрепляется к краниальному бугру большеберцовой кости.

Выявленные скелетотопические ориентиры четырехглавой мышцы бедра являются эталонными в оценке структурно-функционального состояния коленного сустава у представителей собачьих.

SKELETOTOPIC LANDMARKS OF THE POINTS OF FIXATION OF THE QUADRICEPS FEMORAL MUSCLE IN REPRESENTATIVES OF CANIDS

Shirokova E.O. – Candidate of Biology, Associate Professor of the Faculty. Anatomy and histology of animals named after Professor A.F. Klimov, (ORCID 0000-0003-4891-5405), **Slesarenko** N.A. * [1] – Doctor of Bi-

ology, Prof. kaf. anatomy and histology of animals named after Professor A.F. Klimov (ORCID 0000-0002-8350-5965), **Oganov E.O.**[1] – Candidate of Veterinary Sciences, Assoc. kaf. anatomy and Histology of Animals named after Professor A.F. Klimov (ORCID 0000-0003-1206-4397)

K.I. Scriabin Moscow State Medical University

* slesarenko2009@yandex.ru

ABSTRACT

The article presents skeletotopic landmarks of the points of fixation of the quadriceps femoral muscle in representatives of Canidae (shalayka and domestic dog), which are absent in the available literature.

Thus, it was revealed that the straight head in the distal part of the shalaika is attached to the base of the cranial surface of the kneecap by tendon fibers, and in the domestic dog its muscle-tendon fixation was found. The research was carried out at the Department of Anatomy and Histology of Animals named after Professor A. F. Klimov of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K. I. Scriabin. The material for the research was sectional material - pelvic limbs (n=16), selected from adult dogs and canine hybrids (shalayka), without external signs of musculoskeletal system pathologies. The methods of fine macro- and microanatomic dissection under the control of a Micromed HR 350 S binocular magnifier were used, followed by functional analysis of the studied structures and skeletotopic projection of muscle attachment points on the kneecap. When studying the structures located on the kneecap, it was found that the cranial head of the tailor's muscle and the wide fascia of the thigh, covering the cranial surface of the kneecap, connects to the underlying organs through loose connective tissue. However, at the top of the cranial tubercle, they closely fuse with the tendon of the rectus femoris muscle, as well as directly with the periosteum of the cranial tubercle of the kneecap, and then, covering the rectus ligament of the kneecap, continue into the fascia of the lower leg.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анатомия собаки. Соматические системы: учебник для вузов / Н. А. Слесаренко, Н.В. Бабичев, Е.С. Дурткаринов, Ф.Р. Капустин; под редакцией Н. А. Слесаренко. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023 – 96 с.: ил. – Текст: непосредственный.

2. Былинская, Д. С. Мышцы тазовой конечности рыси евразийской / Д. С. Былинская // Иппология и ветеринария. – 2013. – № 1(7). – С. 35-40. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=19086971

3. Муратова, А. Р. Морфофункциональные особенности мышц суставов тазовой конечности у хищных / А. Р. Муратова, М. В. Лазарева // Сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции «Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий». – 2018. – С. 750-753.

4. Особенности анатомии мышц коленного сустава козы англо-нубийской породы / В. А. Хватов, Д. В. Васильев, Д. С. Былинская, А. С. Стратонов // Материалы национальной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГУВМ, Санкт-Петербург, 25–29 января 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2021. – С. 108-110. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=44736454

5. Слесаренко, Н. А. Морфофункциональные особенности строения мышц коленного сустава в зависимости от механизма статолокомоторного акта / Н. А. Слесаренко, Е. О. Широкова, В. А. Иванцов // Иппология и ветеринария. – 2022. – № 1 (43). – С. 160-167. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=48157513

6. Стратонов, А. С. Морфофункциональная характеристика мускулатуры стило и зейгоподия у свиней породы ландрас в период новорожденности / А. С. Стратонов, М. В. Щипакин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2016. – № 4. – С. 262-264. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=27515778

7. Широкова, Е. О. Анатомо-топографические особенности четырёхглавой мышцы бедра у благородного пятнистого оленя / Е. О. Широкова, Н. А. Слесаренко, Э. О. Оганов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 2. – С. 50-59. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=27515778
8. Слесаренко, Н. А. Морфофункциональная характеристика мышц коленного сустава у представителей семейства кошачьих / Н. А. Слесаренко, Е. О. Широкова, А. А. Андриевская // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2022. – № 5. – С. 6-12. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202205001. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=49230675
9. Особенности распределения нервов в некоторых мышцах тазобедренного сустава у собак / М. В. Щипакин, А. В. Прусаков, С. В. Вирунен, Д. С. Былинская // Актуальные вопросы морфологии и биотехнологии в животноводстве : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора О.П. Стуловой, Кинель, 16–19 июня 2015 года / ФГБОУ ВПО "Самарская государственная сельскохозяйственная академия". – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 56-59. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=50284127
10. Стратонов, А. С. Мышцы коленного сустава у свиней породы Ландрас на ранних этапах постнатального онтогенеза / А. С. Стратонов, М. В. Щипакин // Материалы международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАВМ, Санкт-Петербург, 23–27 января 2017 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2017. – С. 89-91. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29107026
11. Стратонов, А. С. Возрастная анатомо-топографическая характеристика интраорганного венозного русла мышц тазовой конечности свиньи домашней / А. С. Стратонов, М. В. Щипакин, Д. В. Васильев // Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 15-летию со дня образования института биотехнологии и ветеринарной медицины «Актуальные вопросы развития аграрной науки», Тюмень, 12 октября 2021 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – С. 401-405. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=47439987
12. Яволовская, Я. О. Скелет пояса тазовой конечности соболя черной пушкинской породы в возрастном аспекте / Я. О. Яволовская, М. В. Щипакин // Иппология и ветеринария. – 2023. – № 1(47). – С. 118-128. – DOI 10.52419/2225-1537/2023.1.118-128. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=50433368

REFERENCES

1. Anatomy of a dog. Somatic systems: textbook for universities / N. A. Slesarenko, N.V. Babichev, E.S. Durtkarinov, F.R. Kapustin; edited by N. A. Slesarenko. – 3rd ed., erased. – St. Petersburg: Lan, 2023 – 96 p.: ill. – Text: direct.
2. Bylinskaya, D. S. Pelvic limb muscles of the Eurasian lynx / D. S. Bylinskaya // Hippology and veterinary medicine. – 2013. – № 1(7). – Pp. 35-40. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19086971
3. Muratova, A. R. Morphofunctional features of the muscles of the joints of the pelvic limb in carnivores / A. R. Muratova, M. V. Lazareva // Collection of the III All-Russian (national) scientific conference "The role of agrarian science in the sustainable development of rural areas". – 2018. – pp. 750-753.
4. Features of the anatomy of the muscles of the knee joint of the Anglo-Nubian goat breed / V. A. Khvatov, D. V. Vasiliev, D. S. Bylinskaya, A. S. Stratonov // Materials of the National scientific conference of the teaching staff, researchers and postgraduates of St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, January 25-29, 2021. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2021. – pp. 108-110. URL: https://elibrary.ru/item.asp?

id=44736454
5. Slesarenko, N. A. Morphofunctional features of the structure of the knee joint muscles depending on the mechanism of the statolocomotor act / N. A. Slesarenko, E. O. Shirokova, V. A. Ivantsov // Hippology and veterinary medicine. – 2022. – № 1 (43). – Pp. 160-167. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=48157513
6. Stratonov, A. S. Morphofunctional characteristics of the muscles of the stilo and zeigopodia in pigs of the Landrace breed during the newborn period / A. S. Stratonov, M. V. Shchipakin // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. – 2016. – №. 4. – pp. 262-264. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27515778
7. Shirokova, E. O. Anatomical and topographic features of the quadriceps femoral muscle in the noble spotted deer / E. O. Shirokova, N. A. Slesarenko, E. O. Oganov // Veterinary, animal science and biotechnology. – 2023. – №. 2. – pp. 50-59. Access mode: https://elibrary.ru/item.asp?id=27515778
8. Slesarenko, N. A. Morphofunctional characteristics of knee joint muscles in representatives of the feline family / N. A. Slesarenko, E. O. Shirokova, A. A. Andrievskaya // Veterinary, animal science and biotechnology. – 2022. – № 5. – pp. 6-12. DOI 10.36871/vet.zoo.bio.202205001. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=49230675
9. Features of the distribution of nerves in some muscles of the hip joint in dogs / M. V. Shchipakin, A.V. Prusakov, S. V. Virunen, D. S. Bylinskaya // Topical issues of morphology and biotechnology in animal husbandry: Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor O.P. Stulova, Kinel, 16-19 June 2015 / Samara State Agricultural Academy. – Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2015. – pp. 56-59. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=50284127
10. Stratonov, A. S. Knee joint muscles in pigs of the Landrace breed at the early stages of postnatal ontogenesis / A. S. Stratonov, M. V. Shchipakin // Materials of the international scientific conference of the teaching staff, researchers and postgraduates of SPbGAVM, St. Petersburg, January 23-27, 2017. – St. Petersburg: St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2017. – pp. 89-91. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29107026
11. Stratonov, A. S. Age anatomical and topographic characteristics of the intraorgan venous bed of the pelvic limb muscles of a domestic pig / A. S. Stratonov, M. V. Shchipakin, D. V. Vasiliev // Collection of materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 15th anniversary of the establishment of the Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine "Topical issues of development Agrarian Science", Tyumen, October 12, 2021. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans–Urals, 2021. - pp. 401-405. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=47439987
12. Yavolovskaya, Ya. O. The skeleton of the pelvic limb belt of the sable of the black Pushkin breed in the age aspect / Ya. O. Yavolovskaya, M. V. Shchipakin // Hippology and veterinary medicine. – 2023. – № 1(47). – Pp. 118-128. – DOI 10.52419/2225-1537/2023.1.118-128. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=50433368

УДК: 636.2.034+636.08
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.180

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МОЛОКА КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД ГОДА (СООБЩЕНИЕ 1)

Колесник Н. С. – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-4267-5300), **Зайцев С. Ю.*** – вед. науч. сотр., д-р. биол. н., проф. (ORCID 0000-0003-1533-8680).

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста).

*s.y.zaitsev@mail.ru

Ключевые слова: *молоко коров, черно-пестрая порода, зимне-весенний период, аминокислотный состав, высо-коэффективная жидкостная хроматография.*

Key words: *cow's milk, black-and-white breed, winter-spring period, amino acid composition, high performance liquid chromatography.*

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения государственного задания на 2023 г. (регистрационный номер ЕГИСУ темы НИР FGGN 0445-2021-0002).

Поступила: 29.04.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Определение аминокислотного (АК) состава молока коров, в особенности по незаменимым аминокислотам, являются важным и актуальным. В последнее время наблюдается рост публикаций по совершенствованию методов анализа АК-состав молока животных, прежде всего – коров. Цель нашего исследования – это изучение особенностей аминокислотного состава молока коров черно-пестрой породы в зимне-весенний период. Исследования проведены с образцами племенного хозяйства «Ладожское» (Краснодарский край, Усть-Лабинский район). В группу 1 (январь) вошло 12 животных, в группы 2 и 3 (март и апрель) - по 22 животных, т.е. в сумме 56 животных. Кормление коров осуществлялось согласно общепринятым нормам. Определение АК проводили методом ионообменной хроматогра-фии с постколоночной дериватизацией проб нин-гидрином на системе LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония) и колонкой с ионообменной смолой 4,6x150 мм (Севко, Россия). Получены новые данные по АК составу молока коров черно-пестрой породы. На взгляд авторов важны не только абсолютные значения АК в молоке, но и их соотношения. Впервые получены определенные «ряды» по со-держанию АК в образцах молока коров: Glu >> Leu > Lys = Pro > Asp > Val > Phe ≥ Ile ≥ Tyr > Arg = Ser > Ala = Thr ≥ His > Met > Gly > Cys (январь); Glu >> Leu > Pro > Lys > Asp > Val > Phe > Arg ≥ Ile = Tyr ≥ Ser > Ala = Thr > His ≥ Met > Gly > Cys (март); Glu >> Leu > Pro > Lys = Arg > Asp > Val > Phe ≥ Ile ≥ Tyr > Ser > Ala ≥ Thr ≥ His ≥ Met > Gly > Cys (апрель). В наших исследованиях показано снижение количества АК в молоке коров к весне (в марте и, особенно, в апреле), что можно объяснить адаптацией физиолого-биохимических процессов в организме животных в этот период.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Определение аминокислотного (АК) состава молока коров, в особенности по незаменимым аминокислотам, являются важным и актуальным. В последнее время наблюдается рост публикаций по совершенствованию методов анализа АК состава молока сельскохозяйственных животных, прежде всего - коров. Например, в обзоре [1] обобщены работы по различным модификациям таких хроматографических методов анализа АК и пептидов как высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), тонкослойная хроматография (ТСХ) и газовая хроматография (ГХ). Показано, что ВЭЖХ является оптимальным методом для количественного анализа аминокислот по сравнению с ТСХ и ГХ [1]. В нашем случае, наибольший интерес представляет работа [2], в которой проведено изучение аминокислотного состава образцов коровьего молока (к сожалению, без указания породы и количества животных) «методом жидкостной хроматографии с применением предколоночной дериватизации» [2]. Это совпадает с нашими представлениями [3] о том, что для количественного анализа аминокислот в биологических образцах наиболее целесообразным является метод ВЭЖХ в разновидности ионообменной хроматографии [1]. Этот метод имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими методами анализа: более высокая точность определения, воспроизводимость результата и надежность [1-3]. Кроме того, в методике постколоночной дериватизации ВЭЖХ [3] имеется более простая подготовка проб по сравнению с методами предколоночной дериватизации [2]. Полномасштабные данные по АК-составу молока коров, особенно с учетом сбалансированного рациона молочного скота по незаменимым аминокислотам приведены в работах [4-6]. Очень ценно, что в работах [4,5] пересматриваются оценки основных белковых показателей у молочных коров и связанных с этим АК-составом с помощью многочисленных данных мета-анализа [5], подтвержденных «с использованием независимой базы данных» [4]. В фундаментальной работе российских авторов отмечалось наибольшее содержание в молоке (у коров-первотелок всех генотипов) таких заменимых АК, как глутаминовая кислота, пролин, аспарагиновая кислота и другие, а также - таких незаменимых АК, как лейцин, лизин и другие [6].

Цель нашего исследования – это изучение особенностей аминокислотного состава молока высокопродуктивных коров черно-пестрой породы в зимне-весенний период года.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования были проведены с образцами молока коров черно-пестрой породы племенного хозяйства «Ладожское» - филиала ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (Краснодарский край, Усть-Лабинский район) и в лабораториях ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. В группу 1 (январь) вошло 12 животных, а в группы 2 и 3 (март и апрель) - по 22 животных, т.е. в сумме 56 животных (репрезентативная выборка по хозяйству) - достаточное число голов для проведения исследований и дальнейшего анализа. Кормление коров осуществлялось согласно общепринятым нормам и по утвержденному в хозяйстве рациону из расчета на голову: концентрированных кормов 12,0 кг, сенаж 14,0 кг, силос 8,0 кг, сено 3,0 кг.

Для подготовки проб использовали кислотный гидролиз в растворе 6 Н соляной кислоты, с добавлением норлейцина в качестве внутреннего стандарта. Гидролиз выполняли в фторопластовых стаканах с завинчивающейся крышкой (CEM, США), в термостате при 110 °С в течение 24 часов. Для анализа брали 200 мкл образца, добавляли 3 мл смеси для гидролиза (6 Н HCl). Для определения цистеина и метионина образцы перед гидролизом обрабатывали раствором для окисления, который предварительно готовили из муравьиной кислоты и перекиси водорода с добавлением фенола. После гидролиза отбирали 160 мкл полученной суспензии и выпаривали при 110 °С для удаления

соляной кислоты. Далее добавляли 1 мл буфера для разведения образцов. Полученную суспензию центрифугировали при 13000 об/мин в течение 5 минут.

Определение концентрации аминокислот проводили методом ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб нингидрином. Использовали систему высокоэффективной жидкостной хроматографии LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония), оснащенную реакционным модулем для пост-колоночной дериватизации нингидрином АРМ-1000 (Sevko&Co, Россия) и колонкой с ионообменной смолой 4,6 х 150 мм (Sevko&Co, Россия). Использовали буферные растворы для элюирования и регенерации ионообменной колонки (Sevko&Co, Россия), а также стандартный образец раствора аминокислот (Sykam, Германия) для контроля качества измерений. Все полученные в опыте результаты обработаны биометрически с учетом рекомендаций ФАО [7] по относительному содержанию незаменимых АК в молоке коров.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Результаты исследований по содержанию аминокислот в молоке коров, полученные за январь (n=12), представлены в таблице 1. В целом, результаты, представленные в таблице 1 в основном соответствуют литературным данным [2, 4-6], тем более, что абсолютные значения АК в молоке значительно варьируются в зависимости от множества условий [2, 4-6]. Положительно, что полученные нами результаты (величины средних значений

Таблица 1

Статистика содержания АК* (г/100г) в молоке коров за январь

	Среднее, г/100 мл	**Ст. отклон.**	**min, г/100 мл**	**max, г/100 мл**	**C_V, %**
ASP	0,29	0,03	0,24	0,35	11,93
THR	0,15	0,02	0,12	0,18	10,58
SER	0,18	0,01	0,15	0,20	7,98
GLU	0,84	0,09	0,70	0,95	10,48
GLY	0,09	0,01	0,08	0,10	10,70
ALA	0,15	0,02	0,12	0,19	14,21
CYS	0,03	0,00	0,02	0,03	13,75
VAL	0,26	0,03	0,22	0,30	9,81
MET	0,11	0,01	0,09	0,12	9,15
ILE	0,23	0,03	0,18	0,27	12,89
LEU	0,44	0,05	0,35	0,52	11,52
TYR	0,22	0,04	0,16	0,27	18,66
PHE	0,24	0,03	0,20	0,28	13,20
HIS	0,14	0,02	0,11	0,17	13,02
LYS	0,34	0,07	0,18	0,41	20,13
ARG	0,18	0,04	0,14	0,25	21,17
PRO	0,34	0,05	0,25	0,44	16,65

** Примечание: Asp – аспаргиновая кислота; Thr – треонин; Ser – серин; Glu – глутаминовая кислота; Gly – глицин; Ala – аланин; Val – валин; Ile – изолейцин; Leu – лейцин; Tyr – тирозин; Phe – фенилаланин; His – гистидин; Lys – лизин; Arg – аргинин; Pro – пролин; Cys – цистеин; Met – метионин.*

АК в табл. 1) показывают небольшие значения стандартных отклонений. Важно подчеркнуть, что параметр CV (коэффициент вариации или относительное стандартное отклонение) для большинства значений АК составляет менее 20% и только для Lys и Arg составляет 20 -21% (табл. 1). Это подтверждает достаточно высокие точность и повторяемость анализа, а также достаточно низкий разброс значений относительно средней величины, даже в случае таких АК как Lys и Arg, т.к. считается, что «неприемлемый уровень» наблюдается только выше 30%.

На наш взгляд важны не только абсолютные значения АК в молоке, но и их соотношения, особенно для сравнения наших результатов с литературными данными. Поэтому нами проведен пересчет полученных данных за январь (табл. 1) на отношение содержания каждой АК к Gly (условно принятому за 1) и получены следующие относительные значения для конкретных АК: 3,2 (Asp); 1,7 (Thr); 2,0 (Ser); 9,3 (Glu); 1,7 (Ala); 2,9 (Val); 1,2 (Met); 2,6 (Ile); 4,9 (Leu); 2,4 (Tyr); 2,7 (Phe); 1,6 (His); 3,8 (Lys); 2,0 (Arg); 3,8 (Pro). Эти данные (наши результаты) дают хорошее совпадение с данные ФАО [7] (по незаменимым АК) и с литературными данными по относительному содержанию практически всех АК в молоке коров.

Результаты по содержанию аминокислот в молоке коров, полученные за март (n=22), представлены в таблице 2.

Для второй группы исследованных образцов (таблица 2) выполнен пересчет данных за март на отношение содержания каждой АК к Gly (условно принятому за 1) и получены следующие относительные значения: 3,7 (Asp); 1,7 (Thr); 2,5 (Ser); 10,3 (Glu); 2,0 (Ala); 3,3 (Val); 1,4 (Met); 2,7 (Ile); 5,4 (Leu); 2,7 (Tyr); 3,1 (Phe); 1,6 (His); 3,9 (Lys); 2,9 (Arg); 4,7 (Pro). Следует подчеркнуть, что параметр C_V (коэффициент вариации или относительное стандартное отклонение) для Arg составляет 26,85% (табл. 2), что находится близко к границе неприемлемого уровня в 30%.

Таблица 2

Статистика содержания АК (г/100г) в молоке коров за март

	Среднее, г/100 мл	**Ст. отклон., г/100 мл**	**min, г/100 мл**	**max, г/100 мл**	**C_V, %**
ASP	0,26	0,03	0,21	0,37	13,18
THR	0,12	0,02	0,09	0,18	20,93
SER	0,18	0,03	0,12	0,25	16,31
GLU	0,72	0,08	0,62	0,90	10,95
GLY	0,07	0,02	0,05	0,13	21,47
ALA	0,14	0,02	0,11	0,22	18,30
CYS	0,03	0,01	0,02	0,06	31,45
VAL	0,23	0,03	0,19	0,33	11,83
MET	0,10	0,01	0,07	0,13	15,25
ILE	0,19	0,02	0,15	0,24	12,53
LEU	0,38	0,05	0,31	0,51	12,76
TYR	0,19	0,03	0,16	0,30	15,35
PHE	0,22	0,04	0,19	0,37	19,24
HIS	0,11	0,02	0,09	0,15	15,44
LYS	0,27	0,04	0,18	0,39	16,66
ARG	0,20	0,05	0,14	0,29	26,85
PRO	0,33	0,03	0,27	0,41	10,16

В наших исследованиях показано снижение как общего количества, так и содержания отдельных аминокислот в молоке коров в марте, т.е. в начале весеннего периода исследований.

Результаты по содержанию аминокислот в молоке коров, полученные за апрель (n=22), представлены в таблице 3.

По результатам апреля (табл. 3) наблюдается дальнейшее снижение как общего количества, так и содержания отдельных аминокислот в молоке коров, т.е. в разгар весеннего периода исследований. Следует подчеркнуть, что параметр C_V (коэффициент вариации или относительное стандартное отклонение) для Cys составляет 26,79% (табл. 3), что находится близко к границе неприемлемого уровня в 30%. Для третьей группы исследованных образцов (таблица 3) выполнен пересчет данных за апрель на отношение содержания каждой АК к Gly (условно принятому за 1) и получены следующие относительные значения: 3,6 (Asp); 1,7 (Thr); 2,3 (Ser); 10,4 (Glu); 1,9 (Ala); 3,3 (Val); 1,4 (Met); 2,7 (Ile); 5,3 (Leu); 2,6 (Tyr); 2,9 (Phe); 1,6 (His); 4,0 (Lys); 4,0 (Arg); 4,4 (Pro).

Таблица 3

Статистика содержания АК (г/100г) в молоке коров за апрель

	Среднее, г/100 мл	**Ст. отклон., г/100 мл**	**min, г/100 мл**	**max, г/100 мл**	**C_V, %**
ASP	0,25	0,03	0,19	0,31	13,43
THR	0,12	0,02	0,09	0,15	15,50
SER	0,16	0,02	0,13	0,21	10,47
GLU	0,73	0,09	0,57	0,86	12,61
GLY	0,07	0,01	0,05	0,09	14,00
ALA	0,13	0,02	0,10	0,15	12,42
CYS	0,04	0,01	0,02	0,06	26,79
VAL	0,23	0,03	0,17	0,28	11,32
MET	0,10	0,02	0,08	0,15	18,59
ILE	0,19	0,02	0,14	0,22	12,09
LEU	0,37	0,04	0,29	0,43	10,73
TYR	0,18	0,03	0,13	0,23	16,35
PHE	0,20	0,03	0,15	0,25	13,16
HIS	0,11	0,02	0,08	0,16	17,13
LYS	0,28	0,04	0,23	0,38	14,75
ARG	0,28	0,06	0,20	0,45	20,12
PRO	0,31	0,06	0,22	0,43	20,89

Указанный выше подход для обработки полученных данных (в виде отношения содержания каждой АК к Gly, условно принятому за 1) позволяет адекватно сравнивать любые полученные результатов по АК составу молока коров (включая известные литературные данные, полученные разными методами и с разными единицами измерений). Недостатком приведенного выше подхода для обработки и сравнения полученных нами результатов с известными литературными данными является частое отсутствие данных по нескольким АК (особенно - в кратких статьях по материалам конференций) или определение ряда АК совместно (Met и Cys, Phe и Tyr, и т.д.). Кроме того, для образцов молока часто абсолютное значение содержания цистеина (содержание которого всегда невелико и обычно определяется с большой ошибкой) ниже глицина. Поэтому, авторы предлагают ис-

пользовать аналогичный подход в другом выражении, а именно, построить «ряды АК» по нашим и литературным данным от наибольшего к наименьшему содержанию АК в образцах молока. Так, для образцов января такой «ряд АК» будет выглядеть следующим образом: Glu >> Leu > Lys = Pro > Asp > Val > Phe ≥ Ile ≥ Tyr > Arg = Ser > Ala = Thr ≥ His > Met > Gly > Cys; для образцов марта – следующий ряд: Glu >> Leu > Pro > Lys > Asp > Val > Phe > Arg ≥ Ile = Tyr ≥ Ser > Ala = Thr > His ≥ Met > Gly > Cys; для образцов апреля – следующий ряд: Glu >> Leu > Pro > Lys = Arg > Asp > Val > Phe ≥ Ile ≥ Tyr > Ser > Ala ≥ Thr ≥ His ≥ Met > Gly > Cys. Впервые наглядно показано, что эти «ряды АК» совпадают по большинству позиций и даже идентичны для тех АК, содержание которых наибольшее (Glu, Leu, Lys, Pro, Asp) и наименьшее (Ala, Thr, His, Met, Gly, Cys). Это уточняет имеющуюся концепцию аминокислотного состава молока коров и полностью соответствует известным литературным данным. Например, построенный нами по данным работы [8] «ряд АК» (от наибольшего к наименьшему содержанию АК) выглядит следующим образом: Glu >> Leu > Lys > Asp = Met > Ser > Ile > Val > Phe = Tyr > Thr > Arg > Ala = His > Gly. Указанные выше три «ряда АК», полученные в наших экспериментах, и последний «ряд» (построенный нами по данным работы [8]) совпадают по большинству позиций и даже идентичны для тех АК, содержание которых в молоке коров наибольшее (Glu, Leu, Lys, Asp, причем данные по Pro в работе [8] не приведены) и наименьшее (Ala, His, Gly, причем данные по Cys в работе [8] не приведены). Единственное существенное отличие между нашими и литературными данными [6-8] наблюдается в случае Met, данные по которому противоречивы в большинстве публикаций [6-8]. Это может быть связано с рядом факторов, например, с большим или меньшим содержанием соматических клеток молоке коров. Этот фактор был изучен нами ранее и опубликован в статье [9]. В целом, результаты, представленные в виде «рядов» АК, в смысловом и визуальном планах лучше, по нашему мнению, чем таковые в таблицах 1, 2 и 3, которые стандартно используются в большинстве работ по определению АК в молоке животных. Важно подчеркнуть, что во всех случаях наши результаты в основном соответствуют литературным данным [2,5,6,8] и данным ФАО [7] по относительному содержанию практически всех незаменимых АК в молоке коров.

В наших исследованиях показано снижение общего количества аминокислот в молоке коров в весенний период содержания (март-апрель) по сравнению с зимой (январь), что можно объяснить адаптацией физиолого-биохимических процессов в организме животных в этот период. Кроме того, повышение температуры среды может выразиться в снижении переваримость питательных веществ и удоя молока [10]. Поэтому нами планируется продолжить исследования в летний и осенний периоды содержания животных.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Получены новые данные по АК составу молока коров черно-пестрой породы и предложены подходы для обработки полученных данных, которые позволяет адекватно сравнивать любые полученные результатов по АК составу молока коров (включая известные литературные данные, полученные разными методами и с разными единицами измерений). Впервые получены «ряды АК» по содержанию АК в образцах молока коров: Glu >> Leu > Lys = Pro > Asp > Val > Phe ≥ Ile ≥ Tyr > Arg = Ser > Ala = Thr ≥ His > Met > Gly > Cys (январь); Glu >> Leu > Pro > Lys > Asp > Val > Phe > Arg ≥ Ile = Tyr ≥ Ser > Ala = Thr > His ≥ Met > Gly > Cys (март); Glu >> Leu > Pro > Lys = Arg > Asp > Val > Phe ≥ Ile ≥ Tyr > Ser > Ala ≥ Thr ≥ His ≥ Met > Gly > Cys (апрель). На взгляд авторов важны не только абсолютные значения АК в молоке, но и полученные «ряды АК», позволяющие оценить их соотношения. В целом представленные результаты соответствуют литературным данным по

относительному содержанию практически всех АК в молоке коров. В наших исследованиях показано снижение как общего количества, так и содержания отдельных аминокислот в молоке коров к весне (в марте и, особенно, в апреле), что можно объяснить адаптацией физиолого-биохимических процессов в организме животных в этот период.

Авторы благодарны сотрудникам отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (под руководством Сермягина А.А.) за предоставление образцов молока для анализа.

AMINO ACID COMPOSITION OF THE MILK OF BLACK-AND-WHITE COWS IN THE WINTER-SPRING PERIOD OF THE YEAR (MESSAGE 1)

Kolesnik N.S. - junior scientific collaborator (ORCID 0000-0002-4267-5300), **Zaitsev S.Yu.** – leading scientific collaborator, doctor of biol. sciences, professor (ORCID 0000-0003-1533-8680)

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst

*s.y.zaitsev@mail.ru

The work was carried out with the financial support of fundamental scientific research by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as part of the implementation of the state task for 2023 (registration number of the EGISU research topic FGGN 0445-2021-0002).

ABSTRACT

Determination of the amino acid (AA) composition of cow milk, especially in terms of essential amino acids, is important and relevant. Recently, there has been an increase in publications on the improvement of methods for analyzing the AA composition of animal milk, primarily cows. The purpose of our research is to study the features of the amino acid composition of the milk of Black-and-White cows in the winter-spring period. The studies were carried out with samples of the “Ladozhskoye” breeding farm (Krasnodar Territory, Ust-Labinsky District). Group 1 (January) included 12 animals, groups 2 and 3 (March and April) included 22 animals each, i.e. a total of 56 animals. The cows were fed according to generally accepted norms. The determination of AA was carried out by ion-exchange chromatography with post-column derivatization of samples with ninhydrin on an LC-20 Prominence system (Shimadzu, Japan) and a column with an ion-exchange resin 4.6x150 mm (Sevko, Russia). New data on the AA composition of the milk of Black-and-White cows have been obtained. To author’s opinion, not only the absolute values of AA in milk are important, but also their ratios. For the first time, particular “rows” on the AA content in cow milk samples were obtained: Glu >> Leu > Lys = Pro > Asp > Val > Phe ≥ Ile ≥ Tyr > Arg = Ser > Ala = Thr ≥ His > Met > Gly > Cys (January) ; Glu >> Leu > Pro > Lys > Asp > Val > Phe > Arg ≥ Ile = Tyr ≥ Ser > Ala = Thr > His ≥ Met > Gly > Cys (March); Glu >> Leu > Pro > Lys = Arg > Asp > Val > Phe ≥ Ile ≥ Tyr > Ser > Ala ≥ Thr ≥ His ≥ Met > Gly > Cys (April). Our studies have shown a decrease in the AA amount of in cow's milk by spring (in March and, especially, in April), which can be explained by the adaptation of physiological and biochemical processes in the animal body during this period.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1.Dołowy, M. Application of TLC, HPLC and GC methods to the study of amino acid and peptide enantiomers: a review / M. Dołowy, A. Pyka // Biomedical Chromatography. – 2014. – Vol. 28. – P. 84-101. – DOI 10.1002/bmc.3016

2.Мажитова, А. Определение аминокислотного состава коровьего молока методом жидкостной хроматографии с применением предколоночной дериватизации / А. Мажитова, А. Кулмырзаев // Журнал технических наук Манас. – 2017. – Т. 5. – С. 25-34.

3.Zaitsev, S. Yu. Correlations between the Major Amino Acids and Biochemical Blood Parameters of Pigs at Controlled Fattening Duration / S.Yu. Zaitsev, N.S. Kolesnik, N.V. Bogolyubova // Molecules. – 2022. – Vol. 27. – P. 2278. DOI 10.3390/

molecules27072278.
4.Lapierre, H. Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows / H. Lapierre, R. Martineau, M. D. Hanigan, [et al.] // Animal. – 2020. – Vol. 14. – P. s87-s102. – DOI 10.1017/S1751731119003173.
5.Claeys, W. L. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits / W. L. Claeys, C. Verraes, S. Cardoen, J. De Block, A. Huyghebaert, K. Raes, K. Dewettinck, L. Herman // Food control. – 2014. – Vol. 42. – P. 188-201. – DOI 10.1016/j.foodcont.2014.01.045
6.Косилов, В. И. Аминокислотный состав белка молока коров-первотелок / В.И. Косилов, Ю.А. Юлдашбаев, Б.Т. Кадралиева // Вестник КрасГАУ. 2022. – Т. 11. – с. 151–157. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-151-157.
7.FAO amino acid reference pattern 2011. https://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf
8.Барашкин, М. И. Аминокислотный состав молока коров черно-пестрой породы типа «Уральский» в зависимости от фазы лактации / М.И. Барашкин // Аграрный вестник Урала. - 2012. - 8 (100), с.22-24.
9.Zaitsev, S. Yu. Correlations between the Total Antioxidant Activity and Biochemical Parameters of Cow Milk Depending on the Number of Somatic Cells / S.Yu. Zaitsev, O.A. Voronina, A.A. Savina, L.P. Ignatieva, N.V. Bogolyubova // International Journal of Food Science. – 2022.- V.2022, Article ID 5323621. DOI: 10.1155/2022/5323621.
10.Буряков, Н.П. Тепловой стресс и особенности кормления молочного скота / Н.П. Буряков, М.А. Бурякова, Д.Е. Алешин // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. - 2016.- № 3.- С. 5-13.

REFERENCES

1. Dołowy M, Pyka A, Application of TLC, HPLC and GC methods to the study of amino acid and peptide enantiomers: a review. Biomedical Chromatography. 2014;28:84-101. – DOI 10.1002/bmc.3016
2. Mazhitova A, Kulmyrzaev A, Determination of the amino acid composition of cow's milk by liquid chromatography using pre-column derivatization. Journal of technical sciences Manas. 2017;5:25-34. [in Russ.]
3. Zaitsev SYu, Kolesnik NS, Bogolyubova NV, Correlations between the Major Amino Acids and Biochemical Blood Parameters of Pigs at Controlled Fattening Duration. Molecules. 2022;27:2278. DOI 10.3390/molecules27072278.
4. Lapierre H, Martineau R, Hanigan MD, [et al.] Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows. Animal. 2020;14:s87-s102. – DOI 10.1017/S1751731119003173.
5.Claeys WL, Verraes C, Cardoen S, De Block J, Huyghebaert A, Raes K, Dewettinck K, Herman L, Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. Food control. 2014;42:188-201. – DOI 10.1016/j.foodcont.2014.01.045 [in Russ.]
6. Kosilov VI, Yuldashbaev YA, Kadralieva BT, Amino acid composition of milk protein in first-calf heifers. Bulletin of KrasGAU. 2022;11:151–157. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-151-157. [in Russ.]
7. FAO amino acid reference pattern 2011. https://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf
8. Barashkin MI, Amino acid composition of milk of black-motley cows of the Ural type depending on the phase of lactation. Agrarian Bulletin of the Urals 2012;8:22-24. [in Russ.]
9.Zaitsev SYu, Voronina OA, Savina AA, Ignatieva LP, Bogolyubova NV, Correlations between the Total Antioxidant Activity and Biochemical Parameters of Cow Milk Depending on the Number of Somatic Cells. International Journal of Food Science. 2022;2022:5323621. DOI: 10.1155/2022/5323621.
10. Buryakov NP, Buryakova MA, Aleshin DE, Thermal stress and features of feeding dairy cattle. Russian Veterinary Journal. Farm animals. 2016;3:5-13. [in Russ.]

УДК: 636.2.034+636.08
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.188

КОРРЕЛЯЦИИ ОСНОВНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ И АМИНОКИСЛОТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА КОРОВ В ЗИМНИЙ И ВЕСЕННИЙ СЕЗОНЫ (СООБЩЕНИЕ 2)

Зайцев С. Ю.* – вед. науч. сотр., д-р. биол. н., проф. (ORCID 0000-0003-1533-8680), **Колесник Н. С.** – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-4267-5300).

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста).

*s.y.zaitsev@mail.ru

Ключевые слова: *молоко коров, корреляции между показателями, биохимические и аминокислотные показатели.*

Key words: *cow milk, correlations between parameters, bio-chemical and amino acid parameters.*

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения государственного задания на 2023 г. (регистрационный номер ЕГИСУ темы НИР FGGN 0445-2021-0002).

Поступила: 01.05.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Белково-аминокислотный и жировой составы молока коров являются одними из важных критериев его оценки. Хотя в современных публикациях все больше упоминается аминокислотный (АК) состав молока коров, в особенности по незаменимым АК, но в большинстве случаев в этих работах недостает корреляционных коэффициентов между основными биохимическими показателями (включая аминокислоты), что понижает ценность таких данных. Цель данного исследования – это выявление корреляций между основными биохимическими показателями (с акцентом на аминокислоты) молока коров черно-пестрой породы в зимний и весенний сезоны. Исследования проведены с образцами племенного хозяйства «Ладожское» (Краснодарский край, Усть-Лабинский район). В группу 1 (январь) вошло 12 коров, а в группы 2, 3 и 4 (февраль, март и апрель, соответственно) - по 22 животных, соответственно. Кормление коров осуществлялось согласно общепринятым нормам. Определение АК проводили методом ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб нингидрином на системе LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония) и колонкой с ионообменной смолой 4,6x150 мм (Севко, Россия). Получены данные по корреляционным коэффициентам между АК молока коров. Такого рода результатов практически нет в литературе. Для всех групп исследованных образцов обнаружены положительные корреляционные коэффициенты между содержанием АК в молоке коров, в основном очень сильные (0,76-0,98), сильные (0,51-0,75) и умеренные (0,25-0,50). Впервые получены корреляционные коэффициенты (от сильных до умеренных) между АК и белками молока коров в зимний и весенний сезоны.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Белково-аминокислотный и жировой составы молока коров являются одними из важных критериев его оценки. Хотя в современных публикациях все больше упоминается аминокислотный (АК) состав молока коров, в особенности по незаменимым АК, но в большинстве случаев в этих работах (например, в детальном обзоре [1]) недостает корреляционных коэффициентов между основными биохимическими и аминокислотными показателями, что понижает ценность таких данных. Расчеты корреляционных коэффициентов, в простейшем случае, или «дисперсионный и регрессионный анализ» (например, [2]), в более продвинутом случае, позволяют полнее судить о взаимосвязи между признаками, чем сравнение абсолютных значений биохимических и аминокислотных показателей.

Остановимся только на нескольких публикациях [3-6], в которых более или менее детально описываются корреляционные взаимосвязи продуктивных качеств с живой массой и возрастом коров, биохимическими и другими показателями. В исследованиях авторов работы [3-6] установлена «слабая отрицательная взаимосвязь между основными показателями молочной продуктивности» у коров (вне зависимости от породной принадлежности). Например, коэффициенты корреляции составляют «от -0,23 до -0,24 ($P<0,05$) или -0,28 ($P<0,05$)» [3] между удоем и массовой долей белка (МДБ) или массовой долей жира (МДЖ) в молоке. Тем более важно, что авторы работы [3] нашли очень высокие положительные корреляции «между удоем и количеством молочного жира ($r = +0,91…+0,95$) и между удоем и количеством молочного белка ($r = +0,93…+0,94$)», а также сильные положительные «($r = +0,54…+0,58$)» или отрицательные «($r = -0,45…-0,67$)» корреляции значений «обильномолочности коров с индифференс-периодом» или «сервис-периодом ($P < 0,05$)» [3]. Авторы работы [3] сделали вывод, что «выявленные взаимосвязи между продуктивными признаками молочного скота и правильное применение результатов оценки будут способствовать дальнейшему совершенствованию стада» [3]. Авторы работы [4] установили ряд аналогичных зависимостей типа высоких положительных корреляций «между удоем и количеством молочного жира и молочного белка» и подтвердили «закономерность снижения качественных показателей молока с повышением удоя» [4]. Кроме того, эти же авторы [4] с помощью корреляционного анализа убедительно доказали «повышение молочной продуктивности у коров с повышением живой массы» [4]. Авторы работы [5] установили «высокие коэффициенты корреляции между основными хозяйственно полезными признаками в потомстве производителей зарубежной селекции» и сделали вывод, что «селекция любого из признаков будет иметь положительное влияние на другие» и это даст возможность производить «эффективный отбор коров» и будет служить «благоприятным фактором повышения молочной продуктивности коров» [5]. Следует отметить одну из немногих больших работ [6], где были выявлены взаимосвязи (количественные значения через модели и уравнения) усвоения АК кормов у коров с многочисленными белковыми параметрами: «секреция истинного белка, выход молочного и метаболического фекального белка, эндогенная потеря с мочой и т.п.» [6].

В связи с этим авторы работ [3-6] сделали выводы по поведу использования корреляционного анализа для «отбора матерей и подбор к ним быков-производителей» [3, 5], по «обильномолочности» [3, 4], по улучшению «качественных характеристик молока» [5, 6].

Кроме того, в работах [7, 8] обсуждается предполагаемая польза для здоровья, приписываемая некоторым из этих видов молока, эффект «нагрева молока» и другие эффекты [7], а также результаты влияния теплового стресса (ТС) «на потребление корма, выработку и состав молока» [8]. Тридцать четыре метаболита, в число которых входил и ряд аминокислот

[8], были идентифицированы в качестве потенциальных биомаркеров для диагностики ТС у молочных голштинских коров [8]. Эти вещества участвуют в гликолизе, цикле трикарбоновых кислот, метаболизме аминокислот и нуклеотидов, т.е. ТС может влиять на выработку и состав молока, влияя на метаболизм веществ в ткани молочной железы лактирующих молочных коров [8]. Поэтому корреляционный анализ АК состава молока коров с учетом сезонного (температурного) фактора является актуальным. Цель данного исследования – это выявление корреляций между основными биохимическими показателями (с акцентом на аминокислоты) молока коров черно-пестрой породы в зимний и весенний сезоны.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования были проведены с образцами молока племенного хозяйства «Ладожское» - филиала ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (Краснодарский край, Усть-Лабинский район). В группу 1 (январь) вошло 12 животных, а в группы 2, 3 и 4 (февраль, март и апрель) - по 22 животных, соответственно.

Определение концентрации аминокислот проводили методом ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб нингидрином [2]. Использовали систему высокоэффективной жидкостной хроматографии LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония), оснащенную реакционным модулем для постколоночной дериватизации нингидрином APM-1000 (Sevko&Co, Россия) и колонкой с ионообменной смолой 4,6 х 150 мм (Sevko&Co, Россия) [2]. Все полученные в опыте результаты обработаны биометрически с учетом рекомендаций ФАО [10] по относительному содержанию незаменимых АК в молоке коров. Количественная оценка взаимосвязи между изучаемыми параметрами выполнена при помощи корреляционного анализа [2]. Оценка по силе связи (величине коэффициента корреляции): $r<0,25$ – слабая связь; $0,25<r<0,50$ – умеренная связь; $0,50<r<0,75$ – сильная связь; $r>0,75$ – очень сильная связь.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Результаты исследований по корреляционному анализу содержания аминокислот между собой и с белковыми параметрами в молоке коров, полученные в январе (Группа 1, n=12), в феврале (Группа 2, n=22), в марте (Группа 3, n=22) и в апреле (Группа 4, n=22), представлены в таблицах 1, 2, 3 и 4, соответственно.

Для первой группы (таблица 1) выполнен корреляционный анализ и обнаружены положительные корреляционные коэффициенты (КЭ) между содержанием АК в молоке коров, в основном очень сильные (0,76-0,98) и сильные (0,51-0,75) – для большинства АК, а также умеренные (0,25-0,50) и слабые (как правило для Met, Cys, Tyr, Lys). Обнаружены положительные КЭ между содержанием АК в молока коров и содержанием в нем общего белка (или истинного белка): очень сильные – для Leu, 0,94 (0,93); Glu 0,89 (0,89); Ile 0,89 (0,89), Asp 0,86 (0,85); Ser 0,82 (0,81); Gly 0,85 (0,84); Ala 0,84 (0,83); Val 0,87 (0,86); Thr 0,82 (0,82); His 0,76 (0,75); сильные – для Arg 0,70 (0,69); Pro 0,68 (0,68); Phe 0,65 (0,65); Met 0,54 (0,53); и умеренные – для Tyr 0,50 (0,49); Lys 0,38 (0,38). Исключением является слабая корреляция между содержанием Cys 0,22 (0,22) и содержанием белков в молоке коров, что объясняется большим разбросом определяемых величин Cys в связи с его очень малым абсолютным содержанием (0,03-0,05 г/100г) в образцах молока.

Для второй группы (таблица 2) также обнаружено преобладание очень сильных и сильных корреляций для большинства АК и только для двух АК (Cys и Arg) преобладают умеренные КЭ (число которых насчитывает по 11 ед.). Однако между содержанием АК молока коров и содержанием в нем общего белка (так и истинного белка) не выявлены очень сильные, а только следующие КЭ: сильные – для Ala 0,71 (0,71); Asp 0,69 (0,68); Tyr 0,64 (0,63); Leu, 0,61 (0,61); Gly 0,60 (0,60); Ser 0,56 (0,55); Glu 0,58 (0,58); Val 0,55 (0,55); His 0,53 (0,53) и умеренные – Ile 0,48 (0,48); Phe 0,47 (0,46); Pro 0,38 (0,38); Met

Таблица 1

Корреляции* между АК (г/100г) в молоке коров в январе (Группа 1)

	ASP	THR	SER	GLU	GLY	ALA	CYS	VAL	MET	ILE	LEU	TYR	PHE	HIS	LYS	ARG	PRO
ASP	1,00	0,88	0,71	0,92	0,89	0,96	0,21	0,98	0,45	0,94	0,96	0,77	0,89	0,83	0,61	0,93	0,90
THR	0,88	1,00	0,79	0,84	0,91	0,93	0,37	0,88	0,51	0,85	0,89	0,69	0,79	0,79	0,50	0,73	0,84
SER	0,71	0,79	1,00	0,78	0,70	0,73	0,30	0,71	0,40	0,77	0,82	0,49	0,64	0,54	0,24	0,50	0,70
GLU	0,92	0,84	0,78	1,00	0,93	0,90	0,19	0,96	0,47	0,95	0,97	0,76	0,83	0,81	0,48	0,81	0,81
GLY	0,89	0,91	0,70	0,93	1,00	0,92	0,30	0,94	0,41	0,89	0,93	0,73	0,82	0,85	0,50	0,81	0,77
ALA	0,96	0,93	0,73	0,90	0,92	1,00	0,38	0,94	0,42	0,90	0,93	0,75	0,90	0,91	0,58	0,87	0,87
CYS	0,21	0,37	0,30	0,19	0,30	0,38	1,00	0,15	0,20	0,25	0,19	-0,01	0,24	0,33	-0,02	0,15	0,32
VAL	0,98	0,88	0,71	0,96	0,94	0,94	0,15	1,00	0,46	0,95	0,98	0,78	0,88	0,84	0,56	0,92	0,86
MET	0,45	0,51	0,40	0,47	0,41	0,42	0,20	0,46	1,00	0,58	0,47	0,24	0,31	0,38	0,07	0,32	0,35
ILE	0,94	0,85	0,77	0,95	0,89	0,90	0,25	0,95	0,58	1,00	0,95	0,77	0,87	0,76	0,59	0,87	0,81
LEU	0,96	0,89	0,82	0,97	0,93	0,93	0,19	0,98	0,47	0,95	1,00	0,70	0,83	0,81	0,49	0,86	0,84
TYR	0,77	0,69	0,49	0,76	0,73	0,75	-0,01	0,78	0,24	0,77	0,70	1,00	0,91	0,63	0,81	0,80	0,71
PHE	0,89	0,79	0,64	0,83	0,82	0,90	0,24	0,88	0,31	0,87	0,83	0,91	1,00	0,78	0,72	0,90	0,80
HIS	0,83	0,79	0,54	0,81	0,85	0,91	0,33	0,84	0,38	0,76	0,81	0,63	0,78	1,00	0,52	0,78	0,71
LYS	0,61	0,50	0,24	0,48	0,50	0,58	-0,02	0,56	0,07	0,59	0,49	0,81	0,72	0,52	1,00	0,73	0,55
ARG	0,93	0,73	0,50	0,81	0,81	0,87	0,15	0,92	0,32	0,87	0,86	0,80	0,90	0,78	0,73	1,00	0,81
PRO	0,90	0,84	0,70	0,81	0,77	0,87	0,32	0,86	0,35	0,81	0,84	0,71	0,80	0,71	0,55	0,81	1,00

**Примечание: Asp – аспаргиновая кислота; Thr – треонин; Ser – серин; Glu – глутаминовая кислота; Gly – глицин; Ala – аланин; Val – валин; Ile – изолейцин; Leu – лейцин; Tyr – тирозин; Phe – фенилаланин; His – гистидин; Lys – лизин; Arg – аргинин; Pro – пролин; Cys – цистеин; Met – метионин.*

Таблица 2

Корреляции между АК (г/100г) в молоке коров в феврале (Группа 2)

	ASP	THR	SER	GLU	GLY	ALA	CYS	VAL	MET	ILE	LEU	TYR	PHE	HIS	LYS	ARG	PRO
ASP	1,00	0,93	0,74	0,95	0,94	0,85	0,68	0,97	0,82	0,93	0,96	0,87	0,82	0,87	0,95	0,52	0,91
THR	0,93	1,00	0,59	0,89	0,91	0,70	0,76	0,93	0,68	0,92	0,91	0,89	0,77	0,78	0,94	0,40	0,77
SER	0,74	0,59	1,00	0,83	0,73	0,92	0,32	0,78	0,79	0,80	0,83	0,82	0,89	0,93	0,67	0,89	0,90
GLU	0,95	0,89	0,83	1,00	0,93	0,91	0,56	0,99	0,88	0,96	0,99	0,94	0,86	0,92	0,93	0,66	0,94
GLY	0,94	0,91	0,73	0,93	1,00	0,86	0,57	0,94	0,77	0,89	0,92	0,88	0,85	0,82	0,85	0,50	0,88
ALA	0,85	0,70	0,92	0,91	0,86	1,00	0,42	0,88	0,78	0,84	0,88	0,88	0,84	0,90	0,77	0,79	0,92
CYS	0,68	0,76	0,32	0,56	0,57	0,42	1,00	0,59	0,28	0,69	0,61	0,61	0,56	0,43	0,68	0,12	0,50
VAL	0,97	0,93	0,78	0,99	0,94	0,88	0,59	1,00	0,86	0,96	0,98	0,93	0,83	0,90	0,95	0,60	0,92
MET	0,82	0,68	0,79	0,88	0,77	0,78	0,28	0,86	1,00	0,81	0,87	0,70	0,76	0,86	0,79	0,66	0,92
ILE	0,93	0,92	0,80	0,96	0,89	0,84	0,69	0,96	0,81	1,00	0,98	0,95	0,89	0,90	0,93	0,64	0,90
LEU	0,96	0,91	0,83	0,99	0,92	0,88	0,61	0,98	0,87	0,98	1,00	0,94	0,88	0,94	0,95	0,64	0,93
TYR	0,87	0,89	0,82	0,94	0,88	0,88	0,61	0,93	0,70	0,95	0,94	1,00	0,86	0,91	0,88	0,70	0,83
PHE	0,82	0,77	0,89	0,86	0,85	0,84	0,56	0,83	0,76	0,89	0,88	0,86	1,00	0,87	0,75	0,69	0,91
HIS	0,87	0,78	0,93	0,92	0,82	0,90	0,43	0,90	0,86	0,90	0,94	0,91	0,87	1,00	0,87	0,83	0,90
LYS	0,95	0,94	0,67	0,93	0,85	0,77	0,68	0,95	0,79	0,93	0,95	0,88	0,75	0,87	1,00	0,51	0,82
ARG	0,52	0,40	0,89	0,66	0,50	0,79	0,12	0,60	0,66	0,64	0,64	0,70	0,69	0,83	0,51	1,00	0,70
PRO	0,91	0,77	0,90	0,94	0,88	0,92	0,50	0,92	0,92	0,90	0,93	0,83	0,91	0,90	0,82	0,70	1,00

0,38 (0,38); Cys 0,32 (0,32). Кроме того, выявлены слабые КЭ между содержанием Thr 0,24 (0,23); Lys 0,19 (0,18); Arg 0,11 (0,10) в молоке коров и содержанием в нем белков. Это является неожиданным, особенно в случае Arg, который является «условно незаменимой АК» [9] (т.к. Arg является метаболитом цикла образования мочевины и может быть взят оттуда, если его не хватает для биосинтеза белков [9]).

Для третьей группы (таблица 3) выявлено большое число очень сильных и сильных КЭ для большинства АК, хотя для некоторых АК (Cys, Met, Ile, Lys, Arg и Pro) преобладают умеренные корреляции (число которых насчитывает 5 и более ед.), а для Met, Arg и Pro – число слабых КЭ с другими АК≥2 ед. Обнаружены положительные КЭ между содержанием АК молока коров и содержанием в нем общего белка (так и истинного белка): очень сильные – для Ala 0,76 (0,75) и Phe 0,77 (0,76); сильные – для Asp 0,70 (0,69); Leu, 0,67 (0,66); Ile 0,64 (0,63), Ser 0,64

(0,63); Gly 0,64 (0,63); Tyr 0,64 (0,63); Pro 0,64 (0,63); Glu 0,61 (0,60); Val 0,59 (0,58); His 0,53 (0,53); и умеренные – Thr 0,40 (0,39); Met 0,34 (0,34); Arg 0,35 (0,34); Cys 0,31 (0,30). Исключением является слабая КЭ между содержанием Lys 0,21 (0,20) в молоке коров и содержанием в нем белка (как общего, так и истинного).

Корреляционный анализ между содержанием АК в молоке коров для четвертой группы (таблица 4) выявил отсутствие очень сильных и сильных КЭ для некоторых АК (Met, His, Lys, Arg и Pro), а также между содержанием АК и белка в молоке коров, что резко отличается от данных для других групп. Обнаружены только умеренные положительные КЭ между содержанием АК молока коров и содержанием в нем общего белка (так и истинного белка): Tyr 0,48 (0,48); Phe 0,40 (0,40); Thr 0,35 (0,35); Asp 0,33 (0,32); Arg 0,32 (0,32); Ala 0,30 (0,30); Ile 0,25 (0,26). Для всех остальных АК обнаружены только слабые КЭ между их содержанием в молоке коров и содержанием в нем белка. Таким образом, в весенний период корреляционные коэффициенты между содержанием АК молока коров и содер-

Таблица 3

Корреляции между АК (г/100г в молоке коров в марте (Группа 3)

	ASP	*THR*	*SER*	*GLU*	*GLY*	*ALA*	*CYS*	*VAL*	*MET*	*ILE*	*LEU*	*TYR*	*PHE*	*HIS*	*LYS*	*ARG*	*PRO*
ASP	1,00	0,82	0,82	0,86	0,88	0,88	0,48	0,91	0,70	0,74	0,93	0,72	0,71	0,87	0,59	0,32	0,38
THR	0,82	1,00	0,65	0,84	0,86	0,65	0,34	0,83	0,76	0,69	0,88	0,45	0,48	0,93	0,47	-0,03	0,18
SER	0,82	0,65	1,00	0,79	0,69	0,68	0,57	0,72	0,75	0,37	0,71	0,55	0,54	0,64	0,44	0,11	0,37
GLU	0,86	0,84	0,79	1,00	0,78	0,66	0,43	0,88	0,82	0,72	0,93	0,48	0,51	0,88	0,38	-0,04	0,36
GLY	0,88	0,86	0,69	0,78	1,00	0,88	0,43	0,88	0,55	0,69	0,86	0,72	0,73	0,86	0,47	0,41	0,38
ALA	0,88	0,65	0,68	0,66	0,88	1,00	0,35	0,82	0,39	0,72	0,78	0,86	0,92	0,67	0,54	0,62	0,60
CYS	0,48	0,34	0,57	0,43	0,43	0,35	1,00	0,56	0,49	0,27	0,48	0,56	0,38	0,30	0,49	0,27	0,25
VAL	0,91	0,83	0,72	0,88	0,88	0,82	0,56	1,00	0,70	0,77	0,92	0,76	0,71	0,82	0,57	0,33	0,47
MET	0,70	0,76	0,75	0,82	0,55	0,39	0,49	0,70	1,00	0,42	0,72	0,24	0,25	0,73	0,32	-0,21	-0,05
ILE	0,74	0,69	0,37	0,72	0,69	0,72	0,27	0,77	0,42	1,00	0,88	0,63	0,69	0,75	0,43	0,27	0,57
LEU	0,93	0,88	0,71	0,93	0,86	0,78	0,48	0,92	0,72	0,88	1,00	0,62	0,64	0,91	0,46	0,18	0,43
TYR	0,72	0,45	0,55	0,48	0,72	0,86	0,56	0,76	0,24	0,63	0,62	1,00	0,92	0,49	0,75	0,68	0,73
PHE	0,71	0,48	0,54	0,51	0,73	0,92	0,38	0,71	0,25	0,69	0,64	0,92	1,00	0,50	0,57	0,65	0,74
HIS	0,87	0,93	0,64	0,88	0,86	0,67	0,30	0,82	0,73	0,75	0,91	0,49	0,50	1,00	0,48	0,02	0,22
LYS	0,59	0,47	0,44	0,38	0,47	0,54	0,49	0,57	0,32	0,43	0,46	0,75	0,57	0,48	1,00	0,28	0,41
ARG	0,32	-0,03	0,11	-0,04	0,41	0,62	0,27	0,33	-0,21	0,27	0,18	0,68	0,65	0,02	0,28	1,00	0,38
PRO	0,38	0,18	0,37	0,36	0,38	0,60	0,25	0,47	-0,05	0,57	0,43	0,73	0,74	0,22	0,41	0,38	1,00

Таблица 4

Корреляции между АК (г/100г) в молоке коров в апреле (Группа 4)

	ASP	*THR*	*SER*	*GLU*	*GLY*	*ALA*	*VAL*	*ILE*	*LEU*	*TYR*	*PHE*	*HIS*	*LYS*	*ARG*	*PRO*
ASP	1,00	0,84	0,41	0,79	0,76	0,51	0,80	0,84	0,80	0,75	0,86	0,59	0,60	0,44	0,70
THR	0,84	1,00	0,26	0,67	0,65	0,48	0,75	0,79	0,69	0,83	0,83	0,46	0,54	0,57	0,74
SER	0,41	0,26	1,00	0,56	0,29	0,33	0,53	0,41	0,50	0,19	0,27	0,15	0,12	0,23	0,37
GLU	0,79	0,67	0,56	1,00	0,83	0,67	0,87	0,83	0,89	0,50	0,75	0,63	0,44	0,40	0,65
GLY	0,76	0,65	0,29	0,83	1,00	0,77	0,81	0,81	0,87	0,47	0,78	0,63	0,43	0,44	0,69
ALA	0,51	0,48	0,33	0,67	0,77	1,00	0,63	0,63	0,67	0,41	0,60	0,29	-0,03	0,38	0,58
VAL	0,80	0,75	0,53	0,87	0,81	0,63	1,00	0,88	0,93	0,64	0,74	0,58	0,51	0,46	0,64
ILE	0,84	0,79	0,41	0,83	0,81	0,63	0,88	1,00	0,92	0,64	0,76	0,65	0,64	0,43	0,63
LEU	0,80	0,69	0,50	0,89	0,87	0,67	0,93	0,92	1,00	0,57	0,77	0,63	0,59	0,42	0,60
TYR	0,75	0,83	0,19	0,50	0,47	0,41	0,64	0,64	0,57	1,00	0,83	0,28	0,39	0,30	0,49
PHE	0,86	0,83	0,27	0,75	0,78	0,60	0,74	0,76	0,77	0,83	1,00	0,46	0,48	0,44	0,66
HIS	0,59	0,46	0,15	0,63	0,63	0,29	0,58	0,65	0,63	0,28	0,46	1,00	0,67	0,22	0,21
LYS	0,60	0,54	0,12	0,44	0,43	-0,03	0,51	0,64	0,59	0,39	0,48	0,67	1,00	0,30	0,31
ARG	0,44	0,57	0,23	0,40	0,44	0,38	0,46	0,43	0,42	0,30	0,44	0,22	0,30	1,00	0,63
PRO	0,70	0,74	0,37	0,65	0,69	0,58	0,64	0,63	0,60	0,49	0,66	0,21	0,31	0,63	1,00

жанием в нем белков значительно уступают по величине таковым в зимний период. Важно, что абсолютные значения по содержанию как общего, так и истинного белка, а также всех АК в молоке коров хорошо соответствуют литературным данным по молоку коров черно-пестрой породы [10]. Продолжение исследований по данной тематике будут углубляться в плане расширения показателей антиоксидантного статуса молока, прежде всего - во взаимосвязи с аминокислотным составом, для выяснения механизмов формирования молока животных.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом, получены новые данные по корреляционным коэффициентам между АК молока коров. Для всех групп исследованных образцов обнаружены положительные корреляционные коэффициенты между содержанием АК в молоке коров, в основном очень сильные (0,76-0,98), сильные (0,51-0,75) и умеренные (0,25-0,50), число и сила которых изменяется с временем года. Впервые получены корреляционные коэффициенты между АК и белковыми параметрами молока коров.

CORRELATIONS OF THE MAIN BIOCHEMICAL AND AMINO AC-ID PARAMETERS OF COW MILK IN WINTER AND SPRING SEA-SONS (MESSAGE 2)

Zaitsev S.Yu. – leading scientific collaborator, doctor of biol. sciences, professor (ORCID 0000-0003-1533-8680), **Kolesnik N.S.** – junior scientific collaborator (ORCID 0000-0002-4267-5300),

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst

*s.y.zaitsev@mail.ru

The work was carried out with the financial support of fundamental scientific research by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as part of the implementation of the state task for 2023 (registration number of the EGISU research topic FGGN 0445-2021-0002).

ABSTRACT

Protein-amino acid and fat composition of cow's milk are one of the important criteria for its evaluation. Although modern publications more and more mention the amino acid (AA) composition of cow's milk, especially for non-replaceable AAs, but in most cases, these works lack correlation coefficients between the main biochemical indicators (including amino acids), which reduces the value of such data. The purpose of this study is to identify correlations between the main biochemical parameters (with an emphasis on amino acids) of the milk of Black-and-White cows in the winter and spring seasons. The studies were carried out with sam-ples of the Ladoga breeding farm (Krasnodar Terri-tory, Ust-Labinsky District). Group 1 (January) in-cluded 12 cows, and groups 2, 3 and 4 (February, March and April, respectively) - 22 animals, respectively. The cows were fed according to generally ac-cepted norms. The determination of AA was carried out by ion-exchange chromatography with post-column derivatization of samples with ninhydrin on an LC-20 Prominence system (Shimadzu, Japan) and a column with an ion-exchange resin 4.6x150 mm (Sevko, Russia). Data on the correlation coefficients be-tween the AA of cow milk were obtained. There are practically no results of this kind in the literature. For all groups of the studied samples, positive correlation coefficients were found between the content of AA in the cow milk, mostly very strong (0.76-0.98), strong (0.51-0.75) and moderate (0.25-0.50). For the first time, correlation coefficients (from strong to moderate) between AA and cow milk pro-teins in the winter and spring seasons were obtained.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Claeys, W. L. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits / W. L. Claeys, C. Verraes, S. Cardoen, J. De Block, A. Huyghebaert, K. Raes, K. Dewettinck, L. Herman // Food control. – 2014. – Vol. 42. – P. 188-201. – DOI 10.1016/j.foodcont.2014.01.045

2. Zaitsev, S. Yu. Correlations between the Major Amino Acids and Biochemical Blood Parameters of Pigs at Controlled Fattening

Duration / S.Yu. Zaitsev, N.S. Kolesnik, N.V. Bogolyubova // Molecules. – 2022. – Vol. 27. – P. 2278. DOI 10.3390/ molecules27072278.
3. Троценко, И. В. Параметры корреляционной взаимосвязи продуктивных признаков молочного скота / И.В. Троценко, И.И. Петровна // Молочнохозяйственный вестник. - 2022. - №1 (45). - С. 115-127.
4. Игнатьева, Н. Л. Хозяйственно-полезные признаки голштинизированных коров черно-пестрой породы и корреляционная связь между ними / Н.Л. Игнатьева, А.Ю. Лаврентьев // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – № 1(37). – С. 35–45.
5. Горелик, О.В. Взаимосвязь продуктивных качеств с разной живой массой коров 1 и 3 лактаций / О.В. Горелик, О.Е. Лиходеевская // Теория и практика мировой науки. – 2022. – № 8. – С. 35-41.
6. Lapierre, H. Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows / H. Lapierre, R. Martineau, M. D. Hanigan, [et al.] // Animal. – 2020. – Vol. 14. – P. s87-s102. – DOI 10.1017/S1751731119003173.
7. Fan, C. Milk production and composition and metabolic alterations in the mammary gland of heat-stressed lactating dairy cows / C. Fan, D. Su, H. Tian, R [et al.] // Journal of Integrative Agriculture. – 2019. – Vol. 18. – P. 2844-2853. – DOI 10.1016/S2095-3119 (19)62834-0.
8. Буряков, Н.П. Тепловой стресс и особенности кормления молочного скота / Н.П. Буряков, М.А. Бурякова, Д.Е. Алешин // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. - 2016.- № 3.- С. 5-13.
9. Зайцев, С. Ю. Биологическая химия: от биологически активных веществ до органов и тканей животных. М.: ЗАО «Капитал Принт», 2017, 517 с.
10. Барашкин, М. И. Аминокислотный состав молока коров черно-пестрой породы типа «Уральский» в зависимости от фазы лактации / М.И. Барашкин // Аграрный вестник Урала 2012. - 8 (100), с.22-24.

REFERENCES

1. Claeys WL, Verraes C, Cardoen S, De Block J, Huyghebaert A, Raes K, Dewettinck K, Herman L, Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. Food control. 2014;42:188-201. – DOI 10.1016/j.foodcont.2014.01.045
2. Zaitsev SYu, Kolesnik NS, Bogolyubova NV, Correlations between the Major Amino Acids and Biochemical Blood Parameters of Pigs at Controlled Fattening Duration. Molecules. 2022;27:2278. DOI 10.3390/ molecules27072278.
3. Trotsenko IV, Petrovna II, Parameters of the correlation relationship of productive traits of dairy cattle. Dairy Bulletin. 2022;1 (45):115-127. [in Russ.]
4. Ignatieva NL, Lavrentiev AYu, Economically useful signs of Holsteinized black-motley cows and the correlation between them. Dairy Bulletin. 2020;1(37):35–45. [in Russ.]
5. Gorelik OV, Likhodeevskaya OE, The relationship of productive qualities with different live weight of cows 1 and 3 lactations. Theory and practice of world science. 2022;8:35-41 [in Russ.]
6. Lapierre H, Martineau R, Hanigan MD, [et al.] Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows. Animal. 2020;14:s87-s102. – DOI 10.1017/ S1751731119003173.
7. Fan C, Su D, Tian H, [et al.] Milk production and composition and metabolic alterations in the mammary gland of heat-stressed lactating dairy cows. Journal of Integrative Agriculture. 2019;18:2844-2853. DOI 10.1016/S2095-3119(19)62834-0.
8. Buryakov NP, Buryakova MA, Aleshin DE, Thermal stress and features of feeding dairy cattle. Russian Veterinary Journal. Farm animals. 2016;3:5-13. [in Russ.]
9. Zaitsev SYu, Biological chemistry: from biologically active substances to organs and tissues of animals. Moscow: ZAO “Capital Print”, 2017, 517 p. [in Russ.]
10. Barashkin MI, Amino acid composition of milk of black-motley cows of the Ural type depending on the phase of lactation. Agrarian Bulletin of the Urals 2012;8:22-24. [in Russ.]

УДК: 619:539.1.04:612.664:618.19-002:636.2
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.195

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ МАСТОПАТИЙ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Слесаренко Н.А. * [1] – д-р. биол. н., проф. каф. анатомии и гистологии животных им. профессора А.Ф. Климова (ORCID 0000-0002-8350-5965); **Хрусталев Е. Н.** – асп. каф. анатомии и гистологии животных им. профессора А.Ф. Климова (ORCID 0000-0001-9853-5270); **Широкова Е.О.** – к. биол. н., доц. каф. анатомии и гистологии животных им. профессора А.Ф. Климова (ORCID 0000-0003-4891-5405).

ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина
* *slesarenko2009@yandex.ru*

Ключевые слова: *коровы голштинской породы, молочная железа, мастит, тип конституции, ультрасонография.*
Keywords: *holstein cows, mammary gland, mastitis, type of constitution, ultrasonography.*

Поступила: 15.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Мастопатии, как известно, являются одной из основополагающих причин снижения молочной продуктивности коров, санитарных и технологических свойств молока, а также преждевременной выбраковки животных. Целью настоящего исследования являлось: представить морфологическое обоснование риска возникновения мастопатий у крупного рогатого скота. Исследования выполнены на базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора Алексея Филиповича Климова ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина» и племзавода «Повадино» Московской области. Объектом явились коровы голштинской породы. Для проведения исследования из стада численностью 1200 голов была отобрана по принципу аналогов экспериментальная группа животных (n=102), с учетом породы, массы тела, возраста, количества лактаций, показателя воспроизводства, которая включала клинически здоровых животных (n=51, контроль) и подопытных (n=51, мастит). Использовали комплексный методический подход, включающий визуальную оценку состояния соматических систем организма животных, макроскопическую морфометрию с целью определения типа их конституции, индекса соматотипа и линейных показателей молочной железы. На основании проведенных исследований установлены анатомо-эхографические параллели состояния молочной железы у изучаемых животных. У коров с маститом увеличение показателя обхвата железы по сравнению с группой контроля сопровождается деструктивными изменениями её выводной системы в виде массивных наложений фибрина в области молочных ходов, представленных гетероэхогенными участками. Полученные результаты являются базовыми в вопросах совершенствования методов диагностики и профилактики патологий молочной железы у крупного рогатого скота.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Мастопатии, как известно, являются одной из основополагающих причин снижения молочной продуктивности коров, санитарных и технологических свойств молока, а также преждевременной выбраковки животных. Несмотря на то, что в мировом масштабе проводятся научные исследования по разработке мероприятий, направленных на снижение заболеваемости коров маститом, эта проблема продолжает оставаться одной из самых актуальных для молочного животноводства, поскольку наносит огромный экономический ущерб [1-5].

В доступной литературе имеются сведения, посвященные этиологии, диагностике и лечебной коррекции патологий молочной железы у крупного рогатого скота [6,7]. Вместе с тем практически не раскрыты морфофункциональные предпосылки возможности возникновения и развития данной патологии.

Цель настоящего исследования – представить морфологическое обоснование риска возникновения мастопатий у крупного рогатого скота.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования выполнены на базе кафедры анатомии и гистологии животных имени профессора Алексея Филиповича Климова ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина и племзавода «Повадино» Московской области. Объектом явились коровы голштинской породы. Для проведения исследования из стада численностью 1200 голов была отобрана по принципу аналогов экспериментальная группа животных(n=102), с учетом породы, массы тела, возраста, количества лактаций, показателя воспроизводства, которая включала клинически здоровых животных (n=51, контроль) и подопытных (n=51, мастит). Использовали комплексный методический подход, включающий визуальную оценку состояния соматических систем организма животных, макроскопическую морфометрию с целью определения типа их конституции, индекса соматотипа и линейных показателей молочной железы. Тип конституции животных определяли по общепринятым методам [7]. При визуальной оценке состояния систем соматической группы, учитывали особенности развития скелета, мышечной системы, общего покрова. С помощью мерной ленты определяли живую массу, мерной рулетки – длину тела, косую длину тела, обхват груди, ширину в маклоках, индекс соматотипа рассчитывали, как отношение ширины в маклоках, умноженный на показатель и обхвата груди (в %). Морфометрию молочной железы осуществляли по следующим параметрам: обхват по горизонтальной линии на уровне основания ее переднего края, длину от задней выпуклости до переднего края у основания, глубину-вертикально от брюшной стенки до основания соска, расстояние от вымени до земли, также определяли длину передних и задних сосков от их основания до вершины, с помощью измерительной рулетки оценивали область прикрепления молочной железы к брюшной стенке коровы [8-13].

Ультрасонографию молочной железы выполняли с использованием ультразвукового аппарата KX5200 (KAIXIN, KHP) в области средней трети молочной железы.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

На основании данных линейной морфометрии установлено, что среди коров экспериментальной группы(n=102) 65% составили животные, имеющие нежный тип конституции, 30% - ее плотный тип и 5% рыхлый тип.

У представителей подопытной группы (мастит) нежный тип конституции выявлен у 75%, плотный у 20% и рыхлый у 5% коров.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что животные с нежным типом конституции в большей степени предрасположены к мастопатиям. Это подтверждается более высоким процентом регистрации у них патологий молочной железы.

На основании определения индекса соматотипа животных эксперименталь-

ной группы, выявлена предрасположенность к маститу узкотелых животных (таблица 1).

Статистический анализ морфометрических показателей молочной железы животных экспериментальной группы, свидетельствует об информативности параметра ее обхвата в оценке риска возникновения развития у коров мастита (таблица 2).

Остальные установленные нами параметры оказались статистически не значимыми.

Для подтверждения предварительного диагноза на мастит и объективности результатов выполненных морфологических исследований, нами проведено ультразвуковое исследование молочной железы у животных сравниваемых групп.

Таблица 1

Результаты макроскопической морфометрии коров экспериментальной группы

Экспериментальная группа животных	Масса тела, кг	Длина тела, см	Обхват груди, см	Ширина в маклоках, см	Косая длина туловища, см	Индекс соматотипа: эйрисомии-лептосомии, %
Коровы с маститом (n=51)	242 ± 11,9	165,2 ± 4,7	73,7 ± 8,7	39,2 ± 1,08	171,8 ± 6,7	234,6
Коровы клинически здоровые (n=51)	233 ± 5,1	170,2 ± 4,6	75,2 ± 9,3	39 ± 2,02	179,8 ± 6,5	251,6

Таблица 2

Макроморфометрические показатели вымени, см

Эксперимен-тальная группа животных	Обхват вымени, см	Ширина молочного зеркала, см	Длина соска передней левой доли, см	Длина соска передней левой доли, см	Длина соска задней левой доли, см	Длина соска задней правой доли, см	Расстояние от дна вымени до земли, см
Коровы с маститом (n=51)	112,7 ± 2,9	21,2 ± 1,2	5,3 ± 0,5	5,1 ± 0,5	4,3 ± 0,3	4,6 ± 0,6	54,4 ± 2,1
Коровы клинически здоровые (n=51)	102,0 ± 2,6*	24,6 ± 4,2	5,1 ± 0,1	5,4 ± 0,2	4,2 ± 0,3	4,1 ± 0,3	58,4 ± 2,6

** - Обхват вымени: Различия статистически значимы (p=0.025167)*

При оценке ультразвуковой картины паренхимы вымени у животных контрольной группы визуализируются магистральные молочные ходы, отражающие строение выводной системы железы по магистральному типу. (рис. 3).

У животных опытной группы (с маститом) в правой доле выявлены массивные наложения фибрина по ходу молочных ходов, представленные гиперэхогенными участками с наличием слабой эхотени (рис.4).

Рис. 1 – Макроскопическая картина вымени у коровы из группы контроля. Методика определения обхвата вымени. (показана стрелкой).

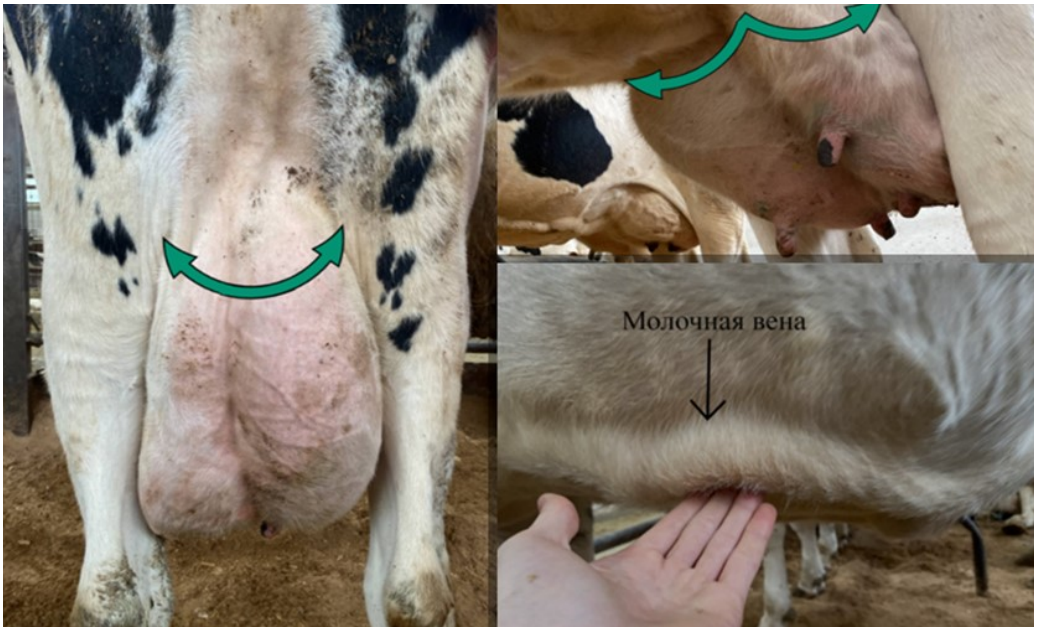


Рис. 2 – Анатомическая картина вымени у животного из опытной группы (маститт). Методика определения обхвата вымени. (показана стрелкой).

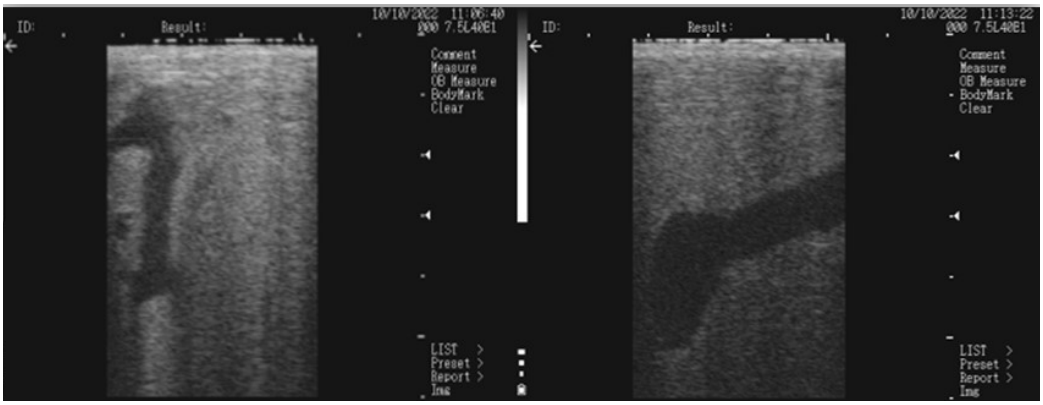


Рис. 3 – Ультразвуковая картина выводной системы вымени у животного контрольной группы.

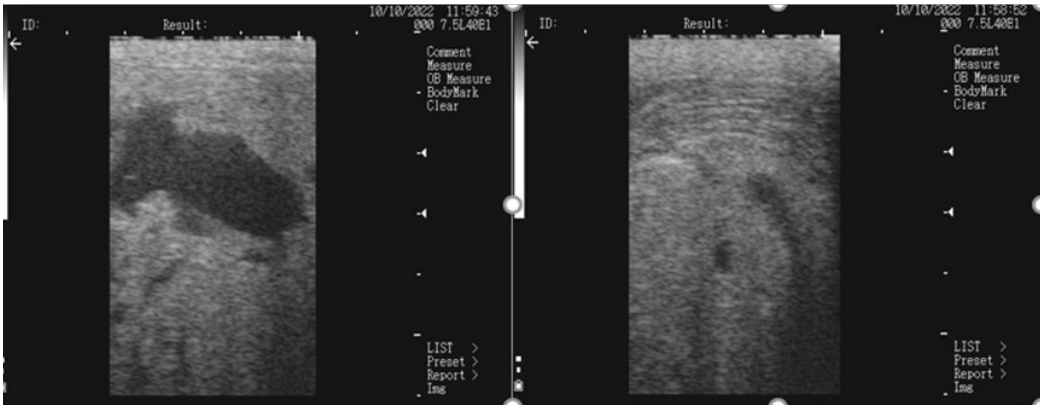


Рис. 4 – Ультразвуковая картина выводной системы вымени у коров с маститом.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Коровы с нежным узкотелым типом конституции достоверно опережают (75%) аналогов с плотным (20%) и рыхлым (5%) широкотелым типом конституции по возникновению и развитию мастопатий.

Увеличение ($p \leq 0,05$) обхвата молочной железы у коров с маститом по сравнению с аналогами из контрольной группы является объективным макроморфометрическим критерием оценки предрасположенности животных к мастопатиям.

Установлены анатомо-эхографические параллели состояния молочной железы у животных экспериментальной группы. У коров с маститом увеличение показателя обхвата железы по сравнению с группой контроля сопровождается деструктивными изменениями её выводной системы в виде массивных наложений фибрина в области молочных ходов, представленных гетероэхогенными участками.

Полученные результаты являются базовыми в вопросах совершенствования методов диагностики и профилактики патологий молочной железы у крупного рогатого скота.

MORPHOLOGICAL JUSTIFICATION OF THE RISK OF MASTOPATHY IN CATTLE

Slesarenko N.A. * [1] – Doctor of Biology, Prof. kaf. anatomy and histology of animals named after Professor A.F. Klimov (ORCID 0000-0002-8350-5965), **Khrustalev E. N.** – postgraduate student of the Faculty. anatomy and histology of animals named after Professor A.F. Klimov (ORCID 0000-0001-9853-5270), **Shirokova E.O.** – Candidate of Biology, Associate Professor of the Faculty. Anatomy and histology of animals named after Professor A.F. Klimov, (ORCID 0000-0003-4891-5405), K.I. Scriabin Moscow State Medical University

ABSTRACT

Mastopathy, as it is known, is one of the fundamental reasons for the decrease in dairy productivity of cows, sanitary and technological properties of milk, as well as premature culling of animals. The purpose of this study was to present a morphological justification of the risk of mastopathy in cattle. The research was carried out on the basis of the Department of Anatomy and Histology of Animals named after Professor Alexey Filipovich Klimov of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K. I. Scriabin" and the breeding plant "Povadino" of the Moscow region. The object was Holstein cows. To conduct the study, an experimental group of animals (n=102) was selected from a herd of 1200 heads according to the principle of analogues, taking into account breed, body weight, age, number of lactations, reproduction index, which included clinically healthy animals (n=51, control) and experimental animals (n=51, mastitis). A comprehensive methodological approach was used, including a visual assessment of the state of the somatic systems of the animal body, macroscopic morphometry in order to determine the type of their constitution, the somatotype index and linear indicators of the mammary gland. Based on the conducted studies, anatomical and echographic parallels of the state of the mammary gland in the studied animals were established. In cows with mastitis, an increase in the circumference of the gland in comparison with the control group is accompanied by destructive changes in its excretory system in the form of massive fibrin overlays in the area of milk passages represented by heteroechogenic sites.The results obtained are basic in improving the methods of diagnosis and prevention of breast pathologies in cattle.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Круглова, Ю. С. Применение препарата Мастинол-форте в терапии субклинического мастита у дойных коров / Ю. С. Круглова, Р. В. Рогов, И. Г. Рязанов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2020. – № 2. – С. 22-27. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42509264

2. Федотов, С. В. Особенности белкового состава молока коров черно-пестрой породы при субклиническом мастите / С. В. Федотов, Н. С. Белозерцева, Г. М. Удалов // Ветеринария. – 2018. – № 2. – С. 34-37. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32499471

3. Показатели репродуктивной способности и молочная продуктивность черно-пестрых коров различного типа телосложения / С. В. Федотов, Н. С. Белозерцева, И. М. Яхаев, А. Э. Гансе // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2(160). – С. 102-106. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32509002

4. Яхаев, И. М. Гинекологомаммологическая диспансеризация лактирующих коров / И. М. Яхаев, С. В. Федотов, Н. С. Белозерцева // Ветеринария. – 2020. – № 6. – С. 33-38. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43045374

5. Щипакин, М. В. Анализ гистогенеза молочной железы коз зааненской породы при смене функциональных состояний / М. В. Щипакин // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2013. – № 4 (20). – С. 84-88. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20911860

6. Баймишев, М. Х. Эффективность адаптогенов при патологии послеродового

периода у коров / М. Х. Баймишев, В. С. Григорьев // Ветеринария. – 2010. – № 6. – С. 39-42. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15110409
7. Елесин, А. В. Влияние особенностей строения стенки молочной цистерны на поражение тканей верхушки соска у лактирующих коров / А.В. Елесин // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 11-1 (77). – С. 32-33. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18860762
8. Щипакин, М. В. Морфология молочной железы новорожденных коз зааненской породы / М. В. Щипакин // Актуальные проблемы ветеринарной морфологии: Материалы Международной научной конференции, посвященной 90-летию кафедры анатомии животных СПАГВМ, Санкт-Петербург, 30 сентября 2009 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2009. – С. 123-125. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25575572
9. Щипакин, М. В. Структурная организация молочной железы у лактирующих коз зааненской породы / М. В. Щипакин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2013. – № 3. – С. 136-137. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20331677
10. Щипакин, М. В. Выводная система молочной железы коз зааненской породы в постнатальном онтогенезе / М. В. Щипакин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – Т. 219, № 3. – С. 343-347. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22377233
11. Щипакин, М. В. Ультраструктура паренхимы нелактирующей молочной железы коз зааненской породы / М. В. Щипакин // Международный вестник ветеринарии. – 2014. – № 1. – С. 47-51. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21337707
12. Ремизова, Е. В. Морфометрическая характеристика сосков молочной железы лактирующих коз в динамике / Е. В. Ремизова, Л. П. Соловьева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2013. – Т. 215. – С. 281-285. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20263056
13. Соловьева, Л. П. Динамика микроструктуры молочной железы лактирующих коз / Л. П. Соловьева, Е. В. Ремизова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2013. – № 2(27). – С. 110-112. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20349883

REFERENCES

1. Kruglova, Y. S. The use of Mastinol-forte in the treatment of subclinical mastitis in dairy cows / Y. S. Kruglova, R. V. Rogov, I. G. Ryazanov // Veterinary, animal science and biotechnology. 2020:2:22-27. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42509264
2. Fedotov, S. V. Features of the protein composition of milk of black-and-white cows with subclinical mastitis / S. V. Fedotov, N. S. Belozertseva, G. M. Udalov // Veterinary medicine. 2018:2:34-37. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32499471
3. Indicators of reproductive ability and milk productivity of black-and-white cows of various body types / S. V. Fedotov, N. S. Belozertseva, I. M. Yahaev, A. E. Ganse // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2018:№ 2(160):102-106. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32509002
4. Baymishev, M. H. The effectiveness of adaptogens in the pathology of the postpartum period in cows / M. H. Baymishev, B. C. Grigoriev // Veterinary medicine. 2010:6:39-42. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15110409
5. Elesin, A.V. The influence of the structural features of the wall of the milk tank on the lesion of the tissues of the tip of the nipple in lactating cows / A.V. Elesin // Agrarian Bulletin of the Urals. 2010:11-1(77):32-33. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18860762
6. Yakhaev, I. M. Gynecological and mammological medical examination of lactating

cows / I. M. Yakhaev, S. V. Fedotov, N. S. Belozertseva // Veterinary medicine. 2020:6:33-38. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43045374
7. Shchipakin, M. V. Analysis of histogenesis of the mammary gland of Zaanen goats during the change of functional states / M. V. Shchipakin // Topical issues of veterinary biology. 2013:4(20):84-88. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20911860
8. Shchipakin, M. V. Morphology of the mammary gland of newborn goats of the Zaanen breed / M. V. Shchipakin // Actual problems of veterinary morphology: Materials of the International scientific conference dedicated to the 90th anniversary of the Department of Animal Anatomy SPAGVM, St. Petersburg, September 30, 2009. – St. Petersburg: St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2009:123-125. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25575572
9. Shchipakin, M. V. Structural organization of the mammary gland in lactating goats of the Zaanen breed / M. V. Shchipakin // Issues of regulatory regulation in veterinary medicine. 2013:3:136-137. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20331677
10. Shchipakin, M. V. The output system of the mammary gland of Zaanen goats in postnatal ontogenesis / M. V. Shchipakin // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. 2014:219:3:343-347. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22377233
11. Shchipakin, M. V. Ultrastructure of parenchyma of non-lactating mammary gland of Zaanen goats / M. V. Shchipakin // International Bulletin of Veterinary Medicine. 2014:1:47-51. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21337707
12. Remizova, E. V. Morphometric characteristics of breast nipples of lactating goats in dynamics / E. V. Remizova, L. P. Solovyova // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. 2013:215:281-285. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20263056
13. Solovyova, L. P. Dynamics of the breast microstructure of lactating goats / L. P. Solovyova, E. V. Remizova // Bulletin of the NGAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2013:2(27):110-112. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20349883

УДК: 591.82:591.88
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.203

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ НЕЙРОГЕННОГО ВОСПАЛЕНИЯ В ЭПИКАРДИАЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ КРЫСЫ ПРИ СТАРЕНИИ

Чумасов Е. И.[1,2] * – д-р. биол. н., проф. кафедры биологии, экологии, гистологии (ORCID 0000-0003-4859-6766), **Петрова Е. С.**[2] - ст. науч. сотр. отдела общей и частной морфологии (ORCID 0000-0003-0972-8658), **Коржевский Д. Э.**[2] – зав. отделом общей и частной морфологии (ORCID 0000-0002-2456-8165).

[1] ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»
[2] ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины»
*ua1ct@mail.ru

Ключевые слова*: эпикардиальная жировая ткань крысы, старение, иннервация, нейровоспаление.*
Keywords: *rat epicardial adipose tissue, aging, innervation, neuroinflammation.*

Поступила: 15.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания Института экспериментальной медицины.

РЕФЕРАТ

Целью настоящего исследования явилось изучение нейровоспалительного процесса в эпикардиальной жировой ткани (ЭЖТ) крыс при старении. Работа выполнена на крысах Вистар в возрасте 18-23 мес (*n*=18). Для изучения иннервации ЭЖТ применяли нейроиммуногистохимические реакции на белок ПГП 9.5, тирозингидроксилазу, синаптофизин. Для исследования процессов воспаления использовали окраску толуидиновым синим и азуром-эозином. С помощью гистологических и иммуногистохимических методов в белой и бурой жировой ткани основания сердца старых крыс (18-23 мес) выявлены инволютивные и нейродегенеративные изменения парасимпатических и симпатических постганглионарных нервных волокон. В ЭЖТ выявлены признаки фиброза, дистрофические изменения и лизис белых адипоцитов, распад варикозных аксонов терминального нервного сплетения, а также образование очаговых моноцитарно-лимфоидных инфильтратов. Показано, что аксоны терминальной нервной сети находятся в тесных взаимоотношениях с иммунными и воспалительными клетками (лимфоцитами, плазмобластами, моноцитарно-макрофагальными элементами, тучными клетками и фибробластами). Перечисленные морфологические признаки свидетельствуют о нейрогенном типе иммунного воспаления в ЭЖТ. Выявленные изменения могут быть причиной хронического нарушения метаболизма липидов при старении, усугублять развитие патологических процессов в тканях магистральных сосудов аортально-пульмональной области сердца, а также служить прогностическими показателями для клинической практики.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Нейрогенное воспаление, возникающее в различных органах и тканях в результате местного высвобождения афферентными нейронами провоспалительных медиаторов, широко исследуется, начиная с середины прошлого века, до сегодняшнего дня [11, 13]. Установлена связь проявлений воспаления с такими нейропептидами, как субстанция Р, пептид CGRP и др. [13]. В нашей предыдущей работе был выявлен хронический характер нейрогенного воспаления в сердце крыс на поздних стадиях онтогенеза [10]. Малоизученным остается вопрос об изменении иннервации эпикардиальной жировой ткани (ЭЖТ) при патологии и старении [9]. Актуальность исследования жировой ткани животных связана с необходимостью изучения одной из важных медико-биологических проблем - «ожирением». Многими авторами подчеркивается значимость жировой ткани как полифункционального эндокринного органа [1-4]. В работах последних лет жировую ткань подразделяют на белую, бурую и «бежевую» [4, 6, 7]. Несмотря на большое число работ, посвященных изучению адипоцитов, вопросы, касающиеся иннервации белой и бурой жировых тканей, остаются малоизученными. В литературе имеются отдельные работы, в которых показано, что в подкожной жировой клетчатке и жировой ткани внутренних органов в нервных пучках, сопровождающих артериальные сосуды, имеются нервные волокна, иммунореактивные к нейропептиду Y, субстанции Р, пептиду CGRP, тирозингидроксилазе [8, 12]. Исследования, посвященные патологическим изменениям ЭЖТ и ее иннервации на поздних этапах онтогенеза, единичны [9]. Целью настоящего исследования явилось изучение нейровоспалительного процесса в эпикардиальной жировой ткани (ЭЖТ) крыс при старении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

В работе использовали крыс-самцов Вистар в возрасте 18-23 мес (n=18). Объектом исследования служила эпикардиальная жировая ткань крыс. Исследование проводили с соблюдением международных правил Европейского сообщества по гуманному обращению с экспериментальными животными. Работа одобрена ЛЭК ФГБНУ «ИЭМ» (протокол №2/22 от 06.04.2022). Извлекали сердце крыс вместе с околосердечной областью, содержащей фрагменты магистральных кровеносных сосудов и ЭЖТ, материал фиксировали в растворе цинк-этанол-формальдегида, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации и ксилоле и заливали в парафин. На парафиновых срезах толщиной 5 мкм осуществляли иммуногистохимические (ИГХ) реакции. Для выявления белка ПГП 9.5 в холинергических проводниках использовали поликлональные кроличьи антитела («Spring Bioscience», США); для выявления синаптофизина (СФ) — поликлональные кроличьи антитела («MONOSAN», Нидерланды); для тирозингидроксилазы (ТГ) — поликлональные кроличьи антитела в разведении («Abcam», Великобритания). В качестве вторичных реагентов использовали реактивы из набора «Reveal Polyvalent HRP/ DAB Detection System kit» («SpringBioscience», США). Часть срезов окрашивали толуидиновым синим, азур-эозином и анилиновым синим. Анализ гистологических препаратов осуществляли с помощью микроскопа «Leica DM 750» («Leica», Германия) и цифровой камеры «Leica ICC 50» («Leica», Германия).

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Гистологический анализ препаратов, окрашенных толуидиновым синим, показал, что ЭЖТ представляет собой жирового депо, построенное из долек, состоящих из бурых и белых адипоцитов (рис. 1). Мы выделяем следующие три типа долек. Дольки, в которых преобладают кольцевидные адипоциты, соответствуют белой жировой ткани. Дольки, состоящие из клеток, сходных с эпителиальными, соответствуют бурой жировой ткани. В некоторых дольках могут присутствовать как те, так и другие клеточные элементы.

Такие дольки представлены смешанной жировой тканью (рис.1, 2).

Бурая жировая ткань представлена специализированными клетками — бурыми адипоцитами округлой или полигональной формы с центрально расположенным ядром и хорошо выраженной, заполненной многочисленными органеллами и сферическими вакуолярными пузырьками цитоплазмой. Адипоциты белой жировой ткани характеризуются кольцеобразной формой и имеют крупные размеры тела (50-75мкм). Цитоплазма их заполнена одной большой липидной вакуолью, состоящей из нейтральных жиров –триглицеридов. Сильно уплощенные ядра их сдвинуты на самую периферию перикариона и окружены лишь узким ободком цитоплазмы. По нашим наблюдениям белая жировая ткань у половозрелых животных преобладает над бурой. Нередко встречаются дольки, состоящие из бурых и белых адипоцитов (смешанная жировая ткань) (рис. 1, 2).

В исследуемом материале стареющих и старых животных в ЭЖТ выявлены патологические изменения со стороны нервных структур. Показано, что наряду с дистрофическими и патологическими изменениями адипоцитов и нервных ап-

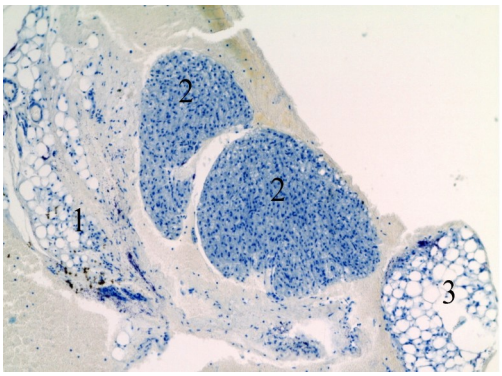


Рис. 1 – Общий вид долек ЭЖТ крысы в возрасте 18 месяцев (Толуидиновый синий, х100): 1 – смешанная жировая ткань; 2 – бурая жировая ткань; 3 – белая жировая ткань.

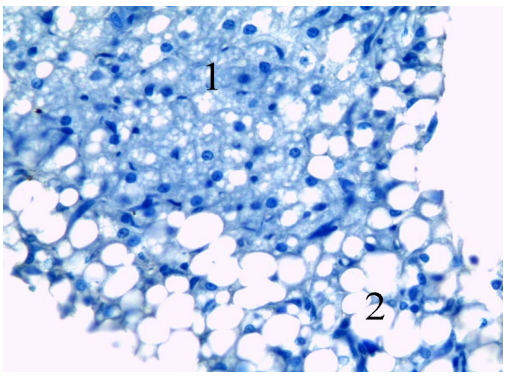


Рисунок - 2. Фрагмент эпикардиальной жировой ткани крысы, на котором видны участки, отражающие процесс трансцитодифференцировки бурых адипоцитов в белые (Толуидиновый синий, х400): 1 – бурая жировая ткань; 2 – белая жировая ткань.

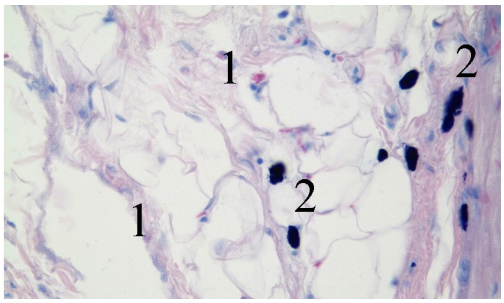


Рис. 3 – Воспалительные инфильтраты в ЭЖТ старой крысы (Азур-эозин, х 400): 1 –фиброз; 2 – тучные клетки.

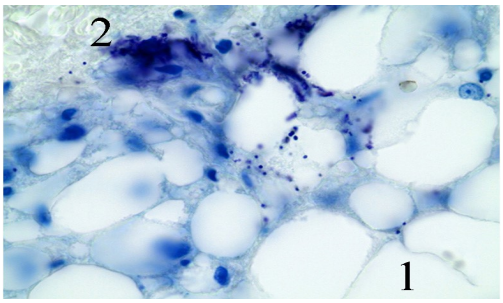


Рисунок – 4. Взаимоотношения тучных клеток с адипоцитами белой жировой ткани (Тотуидиновый синий, х1000): 1 – белая жировая ткань; 2 – тучные клетки.

паратов в дольках ЭЖТ старых животных встречаются инфильтраты, состоящие из мононуклеарных лейкоцитов и тучных клеток (ТК) и признаки фиброза (рис. 3).

Скопления ТК часто располагаются в интерстициальной ткани между дольками, вблизи кровеносных сосудов, а также непосредственно между адипоцитами белой жировой ткани (рис. 4). Что касается бурой жировой ткани, в самих дольках ТК не встречаются, лишь иногда прилежат к ним (рис. 5). Выраженность фиброза в ЭЖТ старых животных также различается в разных ее частях. С помощью гистохимической окраски анилиновым синим на коллаген показано, что в периваскулярных областях и интерстициальной ткани, локализующейся между дольками ЭЖТ, фиброз наиболее выражен (рис. 6, 7). Следует отметить, что в области бурой и смешанной жировой ткани коллагена встречается меньше, чем в области белой ЖТ. Отмечено, что кроме тучных клеток в ЭЖТ старых крыс увеличивается количество моноцитарно-макрофагальных элементов и плазмобластов. Присутствие в инфильтратах плазмобластов свидетельствует о хроническом процессе воспаления.

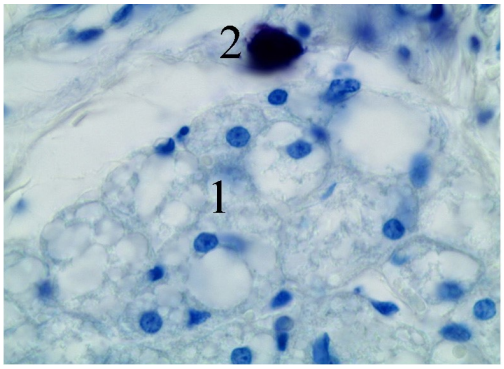


Рис. 5 – Взаимоотношения тучных клеток с адипоцитами бурой жировой ткани (Тотуидиновый синий, х1000): 1 – бурая жировая ткань; 2 – тучная клетка.

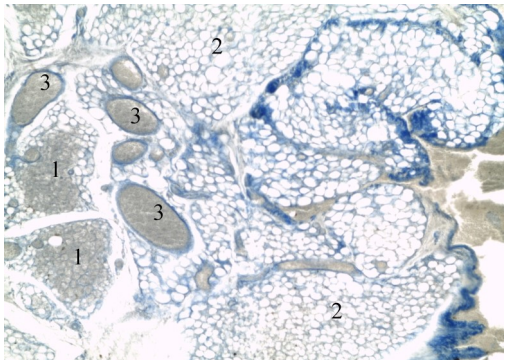


Рисунок - 6. Фиброз в эпикардиальной жировой ткани крысы при старении (Анилиновый синий, х100): 1 – бурая жировая ткань; 2 – белая жировая ткань; 3 – кровеносные сосуды.

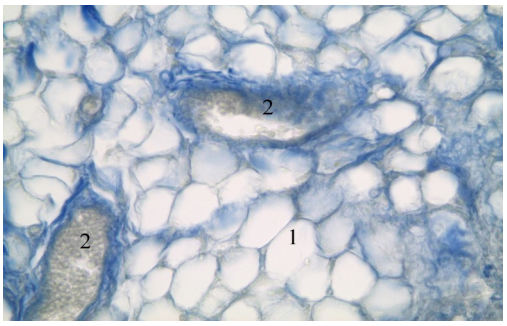


Рисунок 7. Фиброз в белой эпикардиальной жировой ткани крысы при старении (Анилиновый синий, х 400): 1 - белая жировая ткань; 2 – кровеносные сосуды.

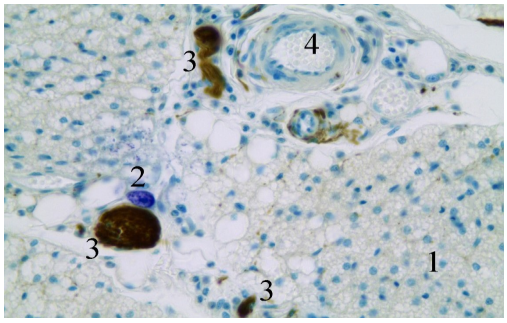


Рисунок - 8. Нервные аппараты в эпикардиальной жировой ткани старых крыс (Иммуногистохимическая реакция на белок ПГП 9.5; толуидиновый синий, х400): 1 – бурые адипоциты; 2 – тучная клетка; 3 – нервные стволики; 4 – артерия.

ЭЖТ крыс хорошо васкуляризирована. С сосудистым руслом связаны нервные структуры. В ЭЖТ они различны по своей биохимической природе: встречаются парасимпатические нервные стволики, пучки, нервные сплетения из смешанных симпатических и парасимпатических нервных волокон (рис. 8).

С помощью применения ИГХ-реакции на белок ПГП 9.5 можно видеть, что фрагменты артерий окружены периваскулярной сетью из тонких варикозных аксонов, так называемых синапсов типа en passant. Тончайшие ремаковские тяжи аксонов этой сети наблюдаются также вблизи адипоцитов в бурой и смешанной ЭЖТ. Более выраженная иннервация характерна для бурой ЭЖТ (рис. 9).

Известно, что нервные и иммунные регуляторные факторы играют решающую роль в развитии воспаления в тканях и органах животных [4]. В предыдущих работах нами отмечалось, что в онтогенезе крыс наблюдается общее снижение иннервации, особенно это касается симпатических нервных структур [10]. На срезах бурой и белой ЭЖТ видны фрагменты терминального нервного сплетения, которое локализовано в основном вокруг стенок сосудов. Сравнительный анализ ИГХ-реакции на ПГП 9.5 и ТГ подтвердил, что у старых крыс преобладает парасимпатическое звено автономной нервной системы над симпатическим. Плотность катехоламинергических ТГ+ терминальных структур меньше, чем ПГП 9.5+ (рис. 10).

Обнаруженные картины дегенерации симпатических и парасимпатических нервных аппаратов в смешанных дольках ЭЖТ, дистрофические изменения белых адипоцитов, а также наличие в этих участках тучных клеток и лимфоидно-моноцитарных инфильтратов являются показателями развития нейрогенного воспаления в жировой ткани сердца старых крыс. Полученный факт дополняет данные нашего предыдущего исследования, в котором описаны картины нейрогенного воспаления в области миокарда сердца крыс при старении [10].

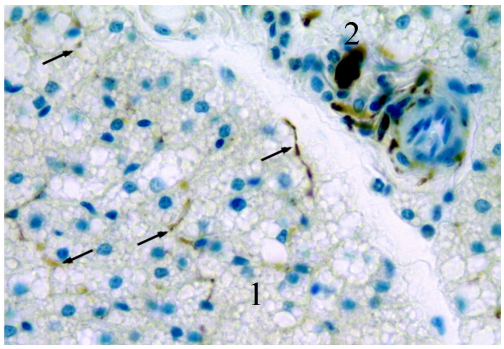


Рис. 9 – Нервные аппараты в области бурой эпикардиальной жировой ткани старых крыс (Иммуногистохимическая реакция на белок ПГП 9.5; толуидиновый синий, х400): стрелки – терминальные варикозные аксоны; 1 – бурые адипоциты; 2 – нервный стволик.

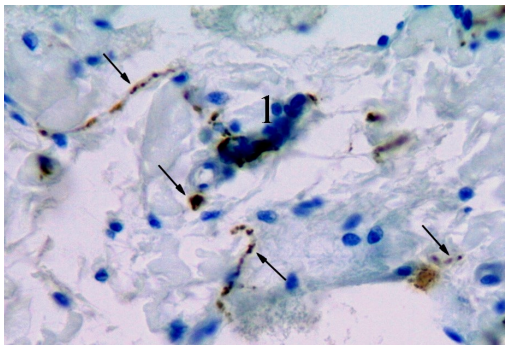


Рис. 10 – Фрагментация симпатических нервных терминалей и наличие воспалительных инфильтратов в ЭЖТ старых крыс (Иммуногистохимическая реакция на тирозингидроксилазу, докраска толуидиновым синим, х400): стрелки – ТГ$^{+}$ терминали; 1 – очаги Т- и В-лимфоцитов.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В настоящей работе, выполненной с применением гистологических и иммуногистохимических методов исследования, в ЭЖТ крыс Вистар при старении обнаружены очаговые воспалительные инфильтраты, связанные с нервными структурами, селективно выявляющимися с помощью нейроиммуногистохимических маркеров. Установлены тесные взаимоотно-

шения аксонов терминальной нервной сети с кровеносными сосудами, адипоцитами, клетками воспалительных инфильтратов (лимфоцитами, моноцитами, тучными клетками). Выявленные морфологические признаки инволютивных и дегенеративных изменений нервных структур, а также наличие иммунно-воспалительных клеточных и тканевых реакций, укладываются в описания нейрогенного воспаления. Таким образом, при старении у лабораторных животных в ЭЖТ наблюдаются проявления нейрогенного воспаления. Выявленные изменения могут быть причиной хронического нарушения метаболизма и прогрессии патологических процессов в тканях магистральных сосудов аортально-пульмональной области сердца.

MORPHOLOGICAL SIGNS OF NEUROGENIC INFLAMMATION IN RAT EPICARDIAL ADIPOSE TISSUE DURING AGING

Chumasov E.I.[1,2] – Doctor of Biology, Professor of the Department of Biology, Ecology, Histology, **Petrova E.S.**[2] - Senior researcher of the Department of General and Private Morphology, **Korzhevsky D.E.**[2] – Head. department of general and private morphology

[1] St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

[2] Institute of Experimental Medicine

*ua1ct@mail.ru

ABSTRACT

The aim of this work is to study the neuroinflammatory process in the epicardial adipose tissue (EAT) of the aortic-pulmonary region of the rat heart during aging. The work was performed on Wistar rats aged 18-23 months (n=18). The adipose tissue of the pericardial region of rats was the object of study. Neuroimmunohistochemical markers (9.5 protein, tyrosine hydroxylase, synaptophysin) were used to study EAT innervation. The method of staining with toluidine blue and azure-eosin was used to study inflammation processes. Using histological and immunohistochemical methods, involutive and neurodegenerative changes in parasympathetic and sympathetic postganglionic nerve fibers were revealed in the white and brown adipose tissue of the heart of old rats (18-23 months old). A number of pathological changes were revealed in EAT: fibrosis, dystrophic changes and lysis of white adipocytes, disintegration of varicose axons of the terminal nerve plexus, as well as the formation of focal monocytic-lymphoid infiltrates. It has been shown that the axons of the terminal nervous network are in close relationship with immune and inflammatory cells (lymphocytes, plasmablasts, monocyte-macrophage elements, mast cells). The noted morphological features indicate a neurogenic type of immune inflammation in the EAT of the heart. The identified changes may be the cause of chronic disorders of lipid metabolism during aging, leading to the development of pathological processes in the tissues of the main vessels of the aortic-pulmonary region of the heart, and also serve as prognostic indicators for clinical practice.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьев Ю.И. Бурая жировая ткань / Ю.И. Афанасьев, Е.Д. Колодезникова. - Иркутск: ИГУ, 1995. – 180с.

2. Воротников А.В. Латентное воспаление и нарушение обновления жировых депо как механизм развития резистентности к инсулину при ожирении / А.В. Воротников, Ю.С. Стафеев, М.Ю. Меньшиков [и др.] // Биохимия. – 2019. – Т. 84. – № 11. – С. 1649-1667. DOI: 10.1134/S0320972519110095

3. Дедов И.И.. Жировая ткань как эндокринный орган / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко, С.А. Бутрова // Ожирение и метаболизм. – 2006. – Т. 1. – С. 7-13.

4. Дылева Ю.А. Ожирение и старение. Общие аспекты / Ю.А. Дылева, Е.В. Белик, О.В. Груздева // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2023. – Т.109. – № 3. – С. 267-282. DOI: 10.31857/S0869813923030020

5. Корнева Е.А. Взаимодействие нервной и иммунной систем / Е.А. Корнева, Н.С. Новикова, К.З. Шаинидзе, С.В. Пе-

рекрест // Молекулярно-клеточные аспекты. СПб.: Наука, 2012. – 173с.
6. Учасова Е.Г. Эпикардиальная жировая ткань: патофизиология и роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний / Е.Г. Учасова, О.В. Груздева, Ю.А. Дылева, О.Е. Акбашева // Бюлл. сибирской мед. – 2018. – Т. 17. – № 4. – С. 254-263. DOI: 10.20538/1682-0363-2018-4-254-263
7. Bartness TJ, Ryu V. Neural control of white, beige and brown adipocytes // Int. J. Obesity Suppl. – 2015. – Vol. 5: S35. DOI: 10.1038/ijosup.2015.9
Chi J, Lin Z, Barr W. Zhu XG, Cohen P. Early postnatal interactions between beige adipocytes and sympathetic neurites regulate innervation of subcutaneous fat // Elife. 2021. Vol. 10: e64693. DOI: 10.7554/ eLife.64693
8. Chumasov EI, Petrova ES, Korzhevskii D.E. Peculiarities of the innervation of epicardial adipose tissue in a rat with aging (immunohistochemical study) // Advanc Gerontol. – 2022. – Vol. 12. – № 3. – P. 310 -316. DOI: 10.1134/ S2079057022030055
9. Chumasov EI, Petrova ES, Korzhevskii DE. Morphological Signs of Neurogenic Inflammation in the Heart of Rats during Aging // Advances in Gerontology. 2022. – Vol. 12. – № 2. – P.112–120. DOI: 10.1134/ S2079057022020059
10. Geppetti P, Nassini R, Materazzi S, Benemei S. The concept of neurogenic inflammation // BJU Int. 2008. – Vol. 101. – № 3. – P. 2-6. DOI: 10.1111/ j.1464-410X.2008.07493.x.
11. Giordano A, Morroni M, Santone G. Marchesi GF, Cinti S. Tyrosine hydroxylase, neuropeptide Y, substance P, calcitonin gene-related peptide and vasoactive intestinal peptide in nerves of rat periovarian adipose tissue: an immunohistochemical and ultrastructural investigation // J. Neurocytol. 1996. – Vol. 25. – № 2. – P. 125-136. DOI: 10.1007/BF02284791.
12. Sousa-Valente J, Brain S D. A historical perspective on the role of sensory nerves in neurogenic infl ammation // Seminars Immunopathol. – 2018. – Vol. 40. – P. 229-236. DOI: 10.1007/s00281-018-0673-1.

REFERENCES

1. Afanas'ev YU.I., Kolodeznikova E.D. Buraya zhirovaya tkan'. Irkutsk: IGU; 1995. – 180s. (In Russ.)
2. Vorotnikov A.V., Stafeev YU.S., Men'shikov M.YU., SHestakova M.V., Parfenova E.V. Latentnoe vospalenie i narushenie obnovleniya zhirovyh depo kak mekhanizm razvitiya rezistentnosti k insulinu pri ozhirenii. Biohimiya. 2019; 84 (11): 1649-1667. (In Russ.) DOI: 10.1134/ S0320972519110095
3. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Butrova S.A. ZHirovaya tkan' kak endokrinnyj organ. Ozhirenie i metabolizm. 2006; 1: 7-13. (In Russ.)
4. Dyleva YU.A., Belik E.V., Gruzdeva O.V. Ozhirenie i starenie. Obshchie aspekty. Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova. 2023; 109(3): 267-282. (In Russ.) DOI: 10.31857/S0869813923030020
5. Korneva E.A., Novikova N.S., Shainidze K.Z., Perekrest S.V. Vzaimodejstvie nervnoj i immunnoj sistem. Molekulyarno-kletochnye aspekty. SPb.: Nauka, 2012. – 173s. (In Russ.)
6. Uchasova E.G., Gruzdeva O.V., Dyleva YU.A., Akbasheva O.E. Epikardial'naya zhirovaya tkan': patofiziologiya i rol' v razvitii serdechno-sosudistyh zabolevanij. Byull. sibirskoj med. 2018; 17(4): 254-263. (In Russ.) DOI: 10.20538/1682-0363-2018-4 -254-263
7. Bartness T.J., Ryu V.. Neural control of white, beige and brown adipocytes. Int. J. Obesity Suppl. 2015; 5: 35. DOI: 10.1038/ ijosup.2015.9
8. Chi J., Lin Z., Barr W., Zhu X.G., Cohen P. Early postnatal interactions between beige adipocytes and sympathetic neurites regulate innervation of subcutaneous fat. Elife. 2021; 10: e64693. DOI: 10.7554/ eLife.64693
9. Chumasov E.I., Petrova E.S., Korzhevskii D.E. Peculiarities of the innervation of epicardial adipose tissue in a rat with aging (immunohistochemical study). Advanc Gerontol. 2022; 12(3): 310-316. DOI: 10.1134/ S2079057022030055
10. Chumasov E.I., Petrova E.S., Korzhevskii D.E. Morphological Signs of Neurogen-

ic Inflammation in the Heart of Rats during Aging. Advances in Gerontology. 2022; 12 (2): 112–120. DOI: 10.1134/ S2079057022020059

11. Geppetti P., Nassini R., Materazzi S., Benemei S. The concept of neurogenic inflammation. BJU Int. 2008; 101(3): 2-6. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2008.07493.x.

12. Giordano A., Morroni M., Santone G. Marchesi GF, Cinti S. Tyrosine hydroxylase, neuropeptide Y, substance P, calcitonin gene-related peptide and vasoactive intestinal peptide in nerves of rat periovarian adipose tissue: an immunohistochemical and ultrastructural investigation. J. Neurocytol. 1996; 25(2): 125-136. DOI: 10.1007/ BF02284791.

13. Sousa-Valente J., Brain S.D. A historical perspective on the role of sensory nerves in neurogenic infl ammation. Seminars Immunopathol. 2018; 40: 229-236. DOI: 10.1007/s00281-018-0673-1.

УДК: 611.3-018:615.35/.37:597.554.4
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.211

МИКРОСТРУКТУРА ОРГАНОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА *CLARIAS GARIEPINUS* НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКОВ

Гринюк Е. С.*– асп. каф. биологии, экологии и гистологии (ORCID: 0000-0001-9997-5630), **Мкртчян М. Э. –** д-р. вет. н., доц., зав. каф. биологии, экологии и гистологии (ORCID: 0000-0002-2960-3222), **Сафронов Д. И.** – к. вет. н., доц. каф. биологии, экологии и гистологии (ORCID: 0000-0002-0803-9239), **Ильина Л. А. -** д-р. биол. н., профессор (ORCID 0000-0003-2789-4844).

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».

*katyagrinyk4@mail.ru

Ключевые слова: *гистологические препараты, Clarias gariepinus, Enterococcus faecium, Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Bifidobacterium lactis, пищевод, желудок.*

Key words: *histological preparations, Clarias gariepinus, Enterococcus faecium, Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Bifidobacterium lactis, esophagus, stomach.*

Поступила: 01.08.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Африканский клариевый сом является экзотической рыбой, поэтому разведение его в условиях нашего климата осуществляется в установках замкнутого водоснабжения. Микробиота, которая находится, в желудочно-кишечном тракте состоит из различных бактерий и среди них наибольшее распространение имеют энтерококки, лактобактерии, бифидобактерии и др. Они выполняют целый ряд функций, таких как участие в пищеварении, синтез витаминов, предотвращение размножения патогенных микроорганизмов и т. д. Цель нашей работы – изучить влияние биологически активных добавок на степень развития и микроструктуру некоторых органов пищеварительного канала (пищевод и желудок) мальков Clarias gariepinus. Материалом для исследования являлись мальки мраморного сома 30-и и 60-дневного возраста, которых по принципу пар-аналогов разделили на три опытные группы. В течение месяца, после выклева проводили вскармливание кормом с добавлением сухой лиофилизированной культуры комплекса Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus с Bifidobacterium lactis, а также пробиотика с Enterococcus faecium. По окончанию эксперимента были проведены гистологические исследования органов пищеварительного канала по усовершенствованной нами методике. Результаты гистологических исследований показали, что на фоне применения различных по составу пробиотических кормовых добавок наблюдаются изменения строения стенки пищевода и желудка подопытных мальков. В эпителиальной пластинке стенки пищевода на фоне применения комплекса лакто- и бифидобактерий визуально возрастает количество слизистых и хлоридных клеток. Степень развития желудочных желез после добавления в корм Enterococcus faecium более выражена к 30-дневному возрасту, а у 2-х месячных мальков их количе-

ство визуально больше у рыб на фоне применения комплекса лакто- и бифидобактерий. Изучение микроструктуры органов доказывает, что использование данных биологических добавок положительно влияет на рост и развитие органов пищеварительного тракта африканского клариевого сома.

ВВЕДЕНИЕ/ INTRODUCTION

Развитие аквакультуры и рыболовства активно поддерживается на государственном уровне согласно Постановлению Правительства от 26 июня 2021 года №1023. Данный документ входит в состав государственной программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса», которая утверждена Правительством в 2014 году [1].

Нас заинтересовал африканский клариевый сом (*Clarias gariepinus*), основное преимущество которого является высокие темпы прироста и возможность его разведения в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) [2, 3].

Мясо африканского клариевого сома является источником получения животного белка и незаменимых аминокислот [4].

С каждым годом возрастает интерес предприятий к разведению клариевого сома, а у научных сотрудников – к изучению макро- и микроструктуры органов данных объектов аквакультуры [5, 6].

Одним из важных направлений в исследованиях является изучение морфологии внутренних органов африканского клариевого сома на фоне применения биологических добавок для повышения прироста массы [7].

Микроорганизмы, которые содержатся в различных пробиотических препаратах, могут улучшать пищеварение, способствуя росту нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта, а также стимулировать обмен веществ [8, 9].

В связи с этим вскармливание комплекса различных биологических добавок является перспективным для обеспечения полноценного формирования органов пищеварительной системы в ранние периоды онтогенеза [10].

Цель нашей работы является изучить степень развития и микроструктуру органов пищеварительной системы мальков *Clarias gariepinus* под влиянием биологических добавок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Экспериментальные исследования были проведены на кафедре биологии, экологии и гистологии в научной экологической и гистологической лабораториях ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Объектами исследования являлись мальки африканского клариевого сома. В ходе исследования были сформированы три опытные группы, представленные в таблице.

Лиофилизированные культуры микроорганизмов добавлялись в дозе 2 грамма на 100 г корма и скармливали с первого дня после перехода на внешнее питание в течение одного месяца. При обезвоживании личинок и мальков применялась усовершенствованная нами методика, которую мы адаптировали к исследуемому материалу с применением изопропилового спирта возрастающей концентрации: 60%, 70%, 80% и 90%. Из батареи спиртов был исключен абсолютный

Таблица

Рацион кормления мальков опытных групп

Опытные группы	Корм	Пробиотики	Состав пробиотика
I	Корм «Сом рост 39/11 компании Акватория»	Закваска №1	*Enterococcus faecium*
II		Закваска №2	*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Bifidobacterium lactis*
III (контроль)		–	–

спирт. Данный протокол проводки позволяет осуществить постепенную дегидратацию образца, сохранить гистоструктуры тканей и органов, не подвергая их травматизации и предупредить пересушивание проб.

Просмотр и фотографирование гистологических препаратов осуществлялось при помощи микроскопа Микмед-5 с цифровой камерой для визуализации.

РЕЗУЛЬТАТЫ/ RESULTS

Результаты наших исследований гистологических препаратов пищевода показали, что на 30-й день исследования у мальков опытных групп сохранено четкое строение всех оболочек, структуры органа хорошо визуализируются (рис.1).

Эпителиальная пластинка слизистой оболочки пищевода представлена многослойным плоским эпителием с большим количеством мукоцитов, которые секретируют слизь. Подслизистая основа образована рыхлой волокнистой соединительной тканью с развитой сетью пучков коллагеновых волокон. Мышечная оболочка состоит из поперечнополосатой мышечной ткани с хорошо выраженной исчерченностью. По строению представлена внутренним продольным слоем и наружным циркулярным слоем. Наружная оболочка пищевода в полостях представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, покрытой мезотелием.

На втором месяце после выклева, у представителей второй опытной группы на фоне применения комплекса лакто- и бифидобактерий отмечается увеличение количества хлоридных клеток, по сравнению с первой опытной группой и контролем (рис 2).

Это крупные клетки с оксифильной цитоплазмой и центрально расположенным базофильно окрашенным ядром (рис. 3).

Визуально их параметры колеблются в пределах 20–25 мкм. Они отвечают за осморегуляцию.

При исследовании кардиального отдела желудка, было установлено, что в нем выделяют слизистую оболочку, представленную однослойным однорядным призматическим железистым эпителием (рис. 4).

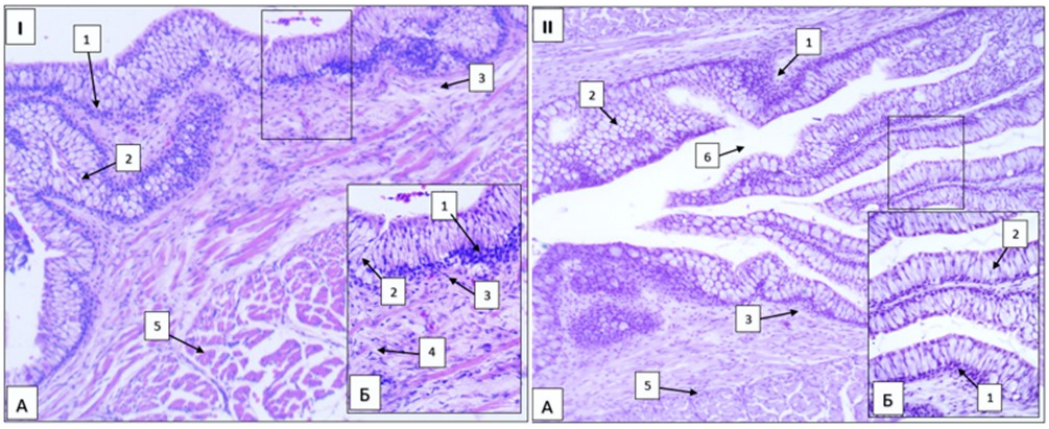


Рис. 1 – Стенка пищевода мальков I и II опытных групп клариевого сома на 30–й день. 1 – многослойный плоский эпителий; 2 –слизистые клетки; 3 – рыхлая волокнистая соединительная ткань; 4 – пучки коллагеновых волокон, 5 – мышечная оболочка, 6 - просвет пищевода. Окраска: гематоксилином Джилла и 1,0% спиртовым эозином. Увеличение: А - х100, Б - х400.

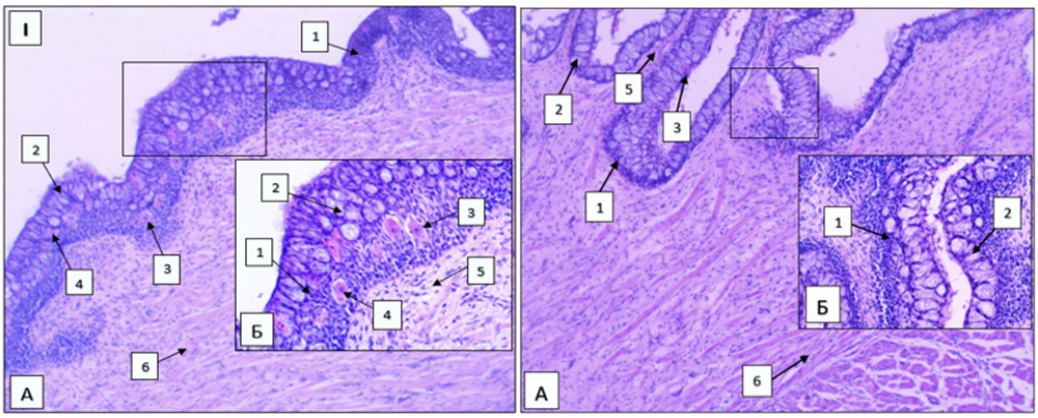


Рис. 2. Стенка пищевода мальков I и II опытных групп клариевого сома на 60–й день. 1 – многослойный плоский эпителий; 2 –слизистые клетки; 3 – хлоридные клетки; 4 – ядра хлоридных клеток; 5 – рыхлая волокнистая соединительная ткань; 6 –мышечная оболочка. Окраска: гематоксилином Джилла и 1,0% спиртовым эозином. Увеличение: А - х100, Б - х400.

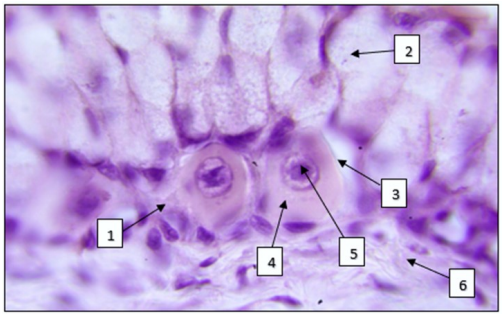


Рис. 3. Клетки эпителия слизистой пищевода. 1 – многослойный плоский эпителий; 2 –слизистые клетки; 3 – хлоридные клетки; 4 – цитоплазма хлоридных клеток; 5 – ядра хлоридных клеток; 6 – рыхлая волокнистая соединительная ткань. Окраска: гематоксилином Джилла и 1,0% спиртовым эозином. Увеличение: А - х1000.

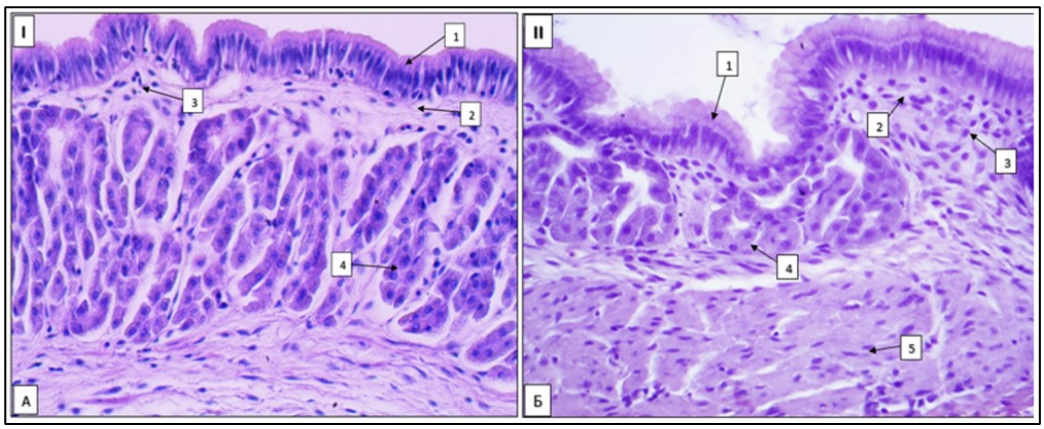


Рис. 4. Кардиальный отдел желудка клариевого сома мальков I и II опытных групп на 30–й день после выклева. Стрелками обозначены: 1 – эпителиальная пластинка; 2 – рыхлая волокнистая соединительная ткань; 3 –клетки фибробластического ряда; 4 – железы стенки желудка, 5 - мышечная оболочка. Окраска: гематоксилином Джилла и 1,0% спиртовым эозином. Увеличение: А, Б - х400.

В подслизистой основе, образованной рыхлой волокнистой соединительной тканью с преобладанием клеток фибробластического ряда, находятся трубчатые железы, состоящие из одного слоя железистых клеток. При изучении стенки желудка, в первый месяц визуально желудочные железы более развиты у мальков первой опытной группы, получающих с кормом Enterococcus faecium.

По сравнению с контролем и первой опытной группой ко второму месяцу эксперимента у мальков Clarias gariepinus на фоне применения с кормом комплекса лакто- и бифидобактерий визуально отмечается увеличение количества желудочных желез и утолщение мышечной оболочки стенки желудка (рис. 5).

На гистологических препаратах отчетливо просматриваются желудочные ямки, в которые открываются протоки желудочных желез, а также между ними сформированные поля желудка, которые образованы волокнистой соединительной тканью.

ВЫВОДЫ/ CONCLUSION

Результаты наших исследований показали, что при изучении микроструктуры пищевода и желудка мальков африканского клариевого сома наблюдается положительная тенденция формирования органов пищеварительного канала, как при добавлении в корм биологически активных добавок, содержащих *Enterococcus faecium*, так и комплекса лакто- с бифидобактериями.

В эпителиальной пластинке слизистой оболочки пищевода отмечается увеличение количества хлоридных, отвечающих за водно-солевой баланс, и слизистых клеток.

В стенке желудка отчётливо дифференцируются складки, ямки и поля. Клетки железистого эпителия призматической формы с крупными овальными ядрами и четко выраженными границами. У мальков африканского сома подопытных групп по сравнению с контрольной группой к двухмесячному возрасту визуально отмечается увеличение количества желудочных желез и утолщение мышечной оболочки стенки желудка на фоне применения с кормом комплекса лакто- и бифидобактерий, что свидетельствует об ускорении у них процессов формирования органов пищеварительного канала.

MICROSTRUCTURE OF THE DIGESTIVE TUBE ORGANS OF *CLARIAS GARIEPINUS* DURING THE APPLICATION OF PROBIOTICS

Grinuyk E. S.[1] - Postgraduate student of the Department of Biology, Ecology and Histology (ORCID: 0000-0001-9997-5630), **Mkrtchyan M. E**.[1] - Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biology, Ecology and Histology (ORCID: 0000-0002-2960-3222), **Safronov D.I.**[1] - Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Ecology and Histology, (ORCID: 0000 - 0002 - 0803 - 9239), **Ilina L.A**.[2] - Doctor of Biological Sciences, Professor, (ORCID 0000-0003-2789-4844)

[1]St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

[2]St. Petersburg State Agrarian University

*katyagrinyk4@mail.ru

ABSTRACT

The African clary catfish is an exotic fish, so its breeding in our climate is carried out in closed water supply systems. The microbiota that is located in the gastrointestinal tract consists of various bacteria, and among them the most common are enterococci, lactobacilli, bifidobacteria, etc. They perform a number of functions, such as participation in digestion, synthesis of vitamins, preventing the proliferation of pathogenic microorganisms, etc. d.

The purpose of our work is to study the effect of dietary supplements on the degree of development and microstructure of the digestive canal organs of Clarias gariepinus fry. The material for the study was marbled catfish fry 30 and 60 days old, which were divided into three experimental groups according to the principle of analogue pairs. For a month after hatching, they were fed with food with the addition of a dry lyophilized culture of the Lactobacillus delbrueckii

ssp complex. bulgaricus with Bifidobacterium lactis, as well as a probiotic with Enterococcus faecium. At the end of the experiment, histological studies of the digestive canal organs were carried out using our improved method.

The results of histological studies showed that, against the background of the use of probiotic feed additives of various compositions, changes in the structure of the wall of the esophagus and stomach of experimental fry are observed. In the epithelial plate of the esophageal wall, against the background of the use of a complex of lacto- and bifidobacteria, the number of mucous and chloride cells visually increases. The degree of development of gastric glands after adding Enterococcus faecium to the feed is more pronounced by 30 days of age, and in 2-month-old fry their number is visually greater in fish using a complex of lacto- and bifidobacteria. The study of the microstructure of organs proves that the use of these biological additives has a positive effect on the growth and development of the digestive tract organs of the African clariid catfish.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Правительство утвердило дополнительные меры господдержки рыбного промысл: Постановление от 26 июня 2021 года №1023 // Правительство России [сайт]. –URL http://government.ru/news/42632/ (Дата обращения: 29.07.2023).

2. Александрова, У. С. Выращивание нетрадиционных объектов аквакультуры в условиях установок с замкнутым водоиспользованием / У. С. Александрова, А. В. Ковалев, К. Д. Матишов // Наука Юга России. – 2018. – № 14. – С. 74–81.

3. Власов, В. А. Рост и развитие африканского сома (*Clarias gariepinus* Burchell) в зависимости от условий кормления и содержания / В. А. Власов // Известия ТСХА. – 2009. – № 3. – С. 148–153.

4. Романова, Е. М. Адаптивная реакция тканей желудка африканского сома на микробиоту с пробиотическими свойствами / Е. М. Романова, Е. В. Спирина, В. Н. Любомирова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1(53). – С. 117-123.

5. Чебасов, Л. В. Африканский сом клариас на приусадебных участках / Л. В. Чебасов, С. Б. Подушка // Рыбоводство и рыболовство. – 2001. – № 2. – С.40.

6. Шинкаревич, Е. Д. Воспроизводство клариевого сома при выращивании в установке замкнутого водоснабжения / Е. Д. Шинкаревич, Н. Б. Рыбалова, Т. А. Нечаева // Материалы национальной научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАВМ, Санкт-Петербург, 16 ноября 2018 года – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская гос. акад. ветеринарной медицины, 2018. – С. 117-119.

7. Романова, Е. М. Адаптивная реакция тканей желудка африканского сома на микробиоту с пробиотическими свойствами / Е. М. Романова, Е. В. Спирина, В. Н. Любомирова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1(53). – С. 117-123.

8. Зуенко, В. А. Влияние кормового пробиотика на основе бактерий *Bacillus subtilis* на пищеварение рыб при садковом выращивании / В. А. Зуенко, К. С. Лактионов, И. В. Правдин, Л. З. Кравцова, Н. А. Ушакова //Вопросы ихтиологии. – 2017. – Т. 57. – № 1. – С. 112-117.

9. Йылдырым, Е. А. Метапробиотики вместо антибиотиков / Е. А. Йылдырым Л. А., Ильина, Д. Г. Тюрина, А. В. Дубровин, В. А. Филиппова, Н. И. Новикова, В. Н. Большаков, Г. Ю. Лаптев, В. А. Манукян, Н. В. Тарлавин, В. Х. Меликиди, С. Н. Биконя, К. В. Васильева // Птицеводство. – 2020. – №11. –С.33-39.

10. Лаптев, Г. Ю. Полногеномное секвенирова-ние штаммов для производства пробиотиче-ских препаратов / Г. Ю. Лаптев, Л. А. Ильина // Материалы Международной научно-практической конференции "Молекулярно-генетические технологии для анализа экс-прессии генов продуктивности и устойчи-вости к заболеваниям животных", Москва, 21–22 ноября

2019 года. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2019. – С. 59-66.

REFERENCES

1. The Government approved additional measures of state support for fisheries: Decree of June 26, 2021 No. 1023 // Government of Russia [website]. –URL http://government.ru/news/42632/ (Date of access: 07/29/2023).
2. Alexandrova, U.S., Kovalev, A.V., Matishov, K.D. Growing non-traditional aquaculture objects in conditions of installations with closed water use // Science of the South of Russia. - 2018. - No. 14. - P. 74–81.
3. Vlasov, V. A. Growth and development of the African catfish (Clarias gariepinus Burchell) depending on the conditions of feeding and keeping / V. A. Vlasov // Izvestiya TSHA. - 2009. - No. 3. - S. 148-153.
4. Romanova, E.M., Spirina E.V., Lyubomirova V.N. Adaptive response of African catfish stomach tissues to microbiota with probiotic properties // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2021. - No. 1 (53). - S. 117-123.
5. Chebasov, L. V. African catfish clarias on household plots / L. V. Chebasov, S. B. Pillow // Fish breeding and fishing. - 2001. - No. 2. - P.40.
6. Shinkarevich, E. D., Rybalova N. B., Nechaeva, T. A. Reproduction of clariid catfish when grown in a recirculating water supply system // Proceedings of the national scientific conference of faculty, researchers and graduate students SPbGAVM, St. Petersburg, November 16, 2018 - St. Petersburg: St. Petersburg State University. acad. veterinary medicine, 2018. - S. 117-119.
7. Romanova, E. M., Spirina E. V., Lyubomirova V. N. Adaptive response of African catfish stomach tissues to microbiota with probiotic properties // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2021. - No. 1 (53). - S. 117-123.
8. Zuenko, V. A. Effect of feed probiotic based on *Bacillus subtilis* bacteria on fish digestion in cage culture / V. A. Zuenko, K. S. Laktionov, I. V. Pravdin, L. Z. Kravtsova, N. A Ushakova // Issues of ichthyology. - 2017. - T. 57. - No. 1. - P. 112-117.
9. Yildirim, E. A. Metaprobiotics instead of antibiotics / E. A. Yildirim L. A., Ilyina, D. G. Tyurina, A. V. Dubrovin, V. A. Filippova, N. I. Novikova, V. N. Bolshakov, G. Yu. Laptev, V. A. Manukyan, N. V. Tarlavin, V. Kh. Melikidi, S. N. Bikonya, K. V. Vasilyeva // Poultry farming. - 2020. - No. 11. –S.33-39.
10. Laptev, G. Yu. Whole genome sequencing of strains for the production of probiotic preparations / G. Yu. Laptev, L. A. Ilyina // Proceedings of the International scientific and practical conference "Molecular genetic technologies for the analysis of gene expression productivity and resistance to animal diseases", Moscow, November 21–22, 2019. - Moscow: Agricultural technologies, 2019. - P. 59-66.

УДК: 619:574.3
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.218

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЫБ ЮЖНОЙ АКВАТОРИИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Романов А.Ю.[1] **–** асп., **Карпов Д.Д.**[2] – асп., **Аршаница Н.М.**[1 *] **–** к. биол. н., вед. науч. сотр., **Зеленников О.В.**[2] – д-р. биол. н., доц.

[1] Санкт-Петербургский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. («ГосНИОРХ» им.Л.С. Берга)
[2] Санкт-Петербургский государственный университет (СПБГУ)

*negan94@yandex.ru

Ключевые слова: *южная акватория Ладожского озера, литоральная зона, загрязнения, токсикозы рыб, патоморфологическое проявление токсикоза*
Keywords: *the southern water area of Lake Ladoga, littoral zone, pollution, fish toxicosis, pathomorphological manifestations of toxicosis*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ
Поступление загрязняющих веществ и биогенов различными путями (сточными водами, аэрогенным путем и загрязняющим поверхностным стоком) сказалось отрицательно на всех звеньях круговорота веществ в водоеме. Это четко показали результаты комплексного исследования в водной системе: оз. Ильмень - р.Волхов – оз. Ладожское – р. Нева и Невская губа, что в особенности сказалось на ихтиофауне исследованых водоемов, как визуально, так и при патоморфологическом исследовании. Южная акватория Ладожского озера, имеет важное рыбохозяйственное значение. Более половины акватории занимает литоральная зона – мелководная часть озера, ограниченная глубиной 8,4 м. Гидрологические особенности этой акватории в сочетании с источниками загрязнения, формируют высокий уровень антропогенного влияния, что сказывается на состоянии рыб и их воспроизводстве. Отлов рыб был проведен на трех акваториях южной части Ладожского озера, в литоральной зоне. Для исследования брали мозг, жабры, печень, почки, селезенку, половые железы. Все проводимые исследования рыб показали массовые поражения токсикозом на организменном уровне. Патологоморфологическое исследование, проведенное на клеточном уровне, подтвердило полученные ранее результаты, выявив патологические изменения в различных органах. Эти изменения выражаются в нарушении гемодинамики и различных дистрофических процессах, включая некрозы, что является результатом длительного воздействия токсикологических веществ. На гистологических препаратах наблюдалось изменение структурных элементов жаберной ткани от лепесточков до капилляров. Проведенные исследования показали, наряду с ранее проведенными патологоанатомическими исследованиями, свою эффективность в оценке состояния рыб. Они же дают возможность оценить и качество среды обитания рыб, и уровень ее загрязнения.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Начиная с семидесятых годов прошлого столетия, в бассейне Ладожского озера стали интенсивно развиваться промышленность и сельское хозяйство, что уже к началу восьмидесятых годов выраженно сказалось на состояние биоты Ладожского озера.

Поступление загрязняющих веществ и биогенов различными путями (сточными водами, аэрогенным путем и загрязняющим поверхностным стоком) сказалось отрицательно на всех звеньях круговорота веществ в водоеме. Это четко показали результаты комплексного исследования в водной системе: оз. Ильмень - р.Волхов – оз. Ладожское – р. Нева и Невская губа, что в особенности сказалось на ихтиофауне исследованых водоемов, как визуально, так и при патоморфологическом исследовании [1].

Патоморфологические проявления хронического токсикоза носили довольно массовый характер и наблюдались в различных органах (жабры, печень, почки, селезенка, сердце). Была отмечена различная степень выраженности патологического процесса вплоть до необратимых с последующим летальным исходом, что зависело от акватории отлова рыб, возраста и вида рыб [2].

Следующее патоморфологическое исследование рыб в Ладожском озере было проведены уже в начале нового столетия и связано с оценкой состояния рыб по биологическим критериям, наиболее выраженным из которых является патологоанатомический и патоморфологический, которые давно и успешно используются в ветеринарии и ветеринарной медицине, и, как показала практика, возможности их использования в ихтиопатологии намного шире и результативнее.

Исследование рыб на ряде акваторий озера, показало их поражение токсикозом, протекающим хронически. Исходя из полученных результатов, оба метода оказались эффективными в оценке состояния рыб [3]. Последние эколого-ихтиотоксикологичесике исследования на южной акватории Ладожского озера показали, что уровень загрязнения этой акватории в сопоставлении с результатами восьмидесятых годов – несколько снизился. Однако поражение рыб токсикозом по -прежнему остается массовым явлением и выраженным особенно на акватории литоральной зоны [4]. В связи с эти проведены патоморфологические исследования рыб на этой же акватории.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Отлов рыб был проведен на трех акваториях южной части Ладожского озера, в литоральной зоне. Для исследования брали мозг, жабры, печень, почки, селезенку, половые железы. Материал для патоморфологического исследования брали от живых рыб и фиксировали в фиксаторе Серра. В процессе гистологической обработки фрагменты тканей обезвоживали, выдерживая их в спиртах возрастающей концентрации, и заливали в смесь парафин-воск. Серийные срезы толщиной по 5 мкм окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну или гематоксилином с докраской эозином, а препараты мозга паральдегид-фуксином по Гамори Габу, с докраской азокармином [5,6].

РЕЗУЛЬТАТЫ /RESULTS

Патоморфологическое исследование различных видов рыб южной части Ладожского озера показало, что развитие и проявление патологического процесса характерно для хронически протекающего токсикоза. Токсикоз рыб проявлялся в виде выраженной гиперемии внутренних органов, кровоизлияния в них, отека эндотелия сосудов, иногда наблюдался диапедез элементов крови в окружающие ткани, очаговые некрозы – нарушение гемодинамики, выраженные изменения обнаружились и в жаберной ткани. Уже внешне такие изменения проявлялись в изменение окраски, неравномерности ее, наличии очагов поверхностного и тканевого некроза.

На гистологических препаратах наблюдалось изменение структурных элементов жаберной ткани от лепесточков до капилляров. Так, в неповрежденном состоянии на срезах можно четко

видеть кровеносные сосуды (рис. 1А). На участках очаговых некрозов кровеносные сосуды разрушены (рис. 1Б). Иногда отмечалось наличие некрозов с дискомплексацией жаберной ткани или срастание жаберных лепестков между собой, с образованием пластов. Наблюдалось наличие колбообразных вздутий лепестков второго порядка, которые были заполнены эритроцитами. У большинства исследованных рыб была отмечена дискомплексация жаберных лепестков и лепесточков, их гиперемия, отечность, а иногда некроз.

У исследованных рыб отмечены изменения в печени (рис. 2А), что связано со скоплением пигментных образований и лимфоцитов среди гепатоцитов, которые иногда были вакуолизированны, иногда с незначительно пикнотичными ядрами и это является признаком дистрофических изменений в органе. Довольно часто обнаруживали жировое перерождение иногда с очагами некроза.

Отмечалось и такое явление как отек стенок крупных сосудов и выход эритроцитов в окружающую ткань с некрозом гепатоцитов (рис. 2Б), где также встречались клетки с эозинофильной зернистостью. В тканях печени также встречались скопления пигментных клеток и лимфоцитов. Было выявлено зернистое перерождение печени – белковая дистрофия.

Отмечены особи с дискомплексацией гепатоцитов, склонением лимфоидных клеток, разростанием соединительной ткани, скоплением фибробластов вокруг желчных протоков и кровеносных сосудов. Также отмечено увеличение купферовских клеток, наличие гемосидерина в гепатоцитах вблизи кровеносных сосудов.

В гемопоэтической ткани органа наблюдается большое количество гранул гемосидерина и соединительной ткани различной степени распада, переполненными белковыми глыбками.

В мозге исследованных рыб часто обнаруживается гиперемия сосудов. В отдельных случаях имеет место отек нервных клеток, иногда их сморщивание и пикнотичность, что указывает на их пониженную функциональную активность вследствие длительного интенсивного функционирования. Напряженное функционирование клеток головного мозга, обеспечивающих нормальную регуляцию жизненно важных функций организма, уже пораженного токсикозом, что установлено нами по состоянию почек, печении жаберной ткани.

По нашим наблюдениям, ткани головного мозга рыб менее реактивны по сравнению с тканями других органов и способности к восстановлению при сартланской болезни (7).

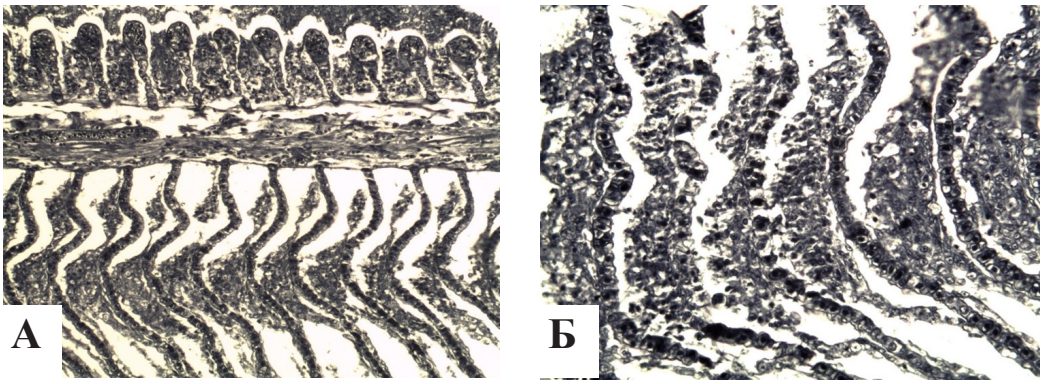


Рис. 1 – Состояние кровеносных сосудов в жабрах леща из южной части Ладожского озера. Можно видеть неповрежденные (А) и разрушенные (Б) кровеносные сосуды.

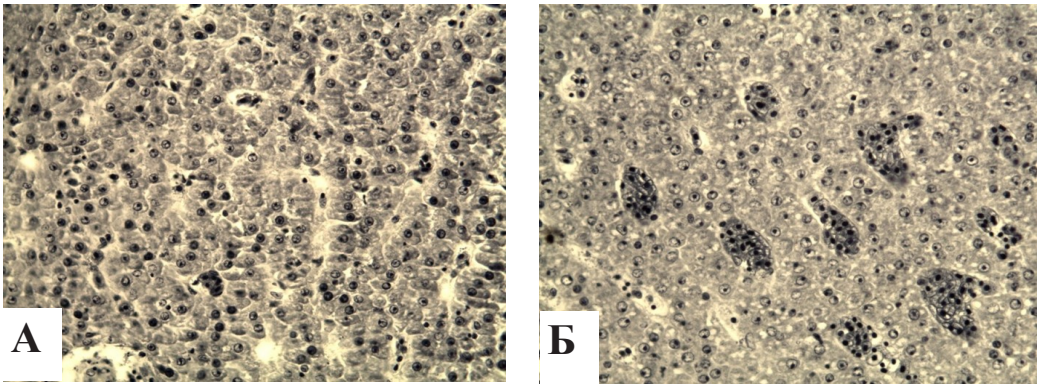


Рис. 2 – Состояние печеночной паренхимы у леща (А) и окуня (Б) из южной части Ладожского озера. Пояснение в тексте.

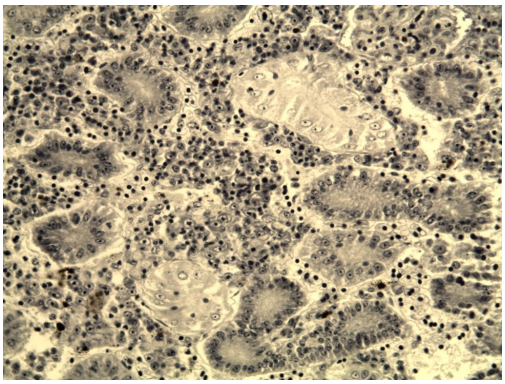


Рис. 3 – Состояние клеток почки у плотвы из южной части Ладожского озера. Можно видеть вакуольную зернистую дистрофию в эпителии почечных канальцев.

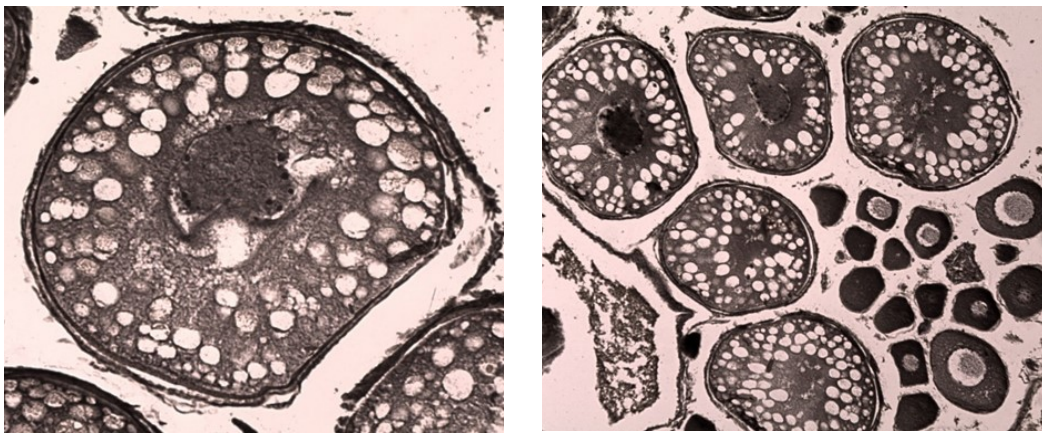


Рис. 4 – Состояние ооцитов старшей генерации у окуня из южной части Ладожского озера. Ооциты старшей генерации находятся в состоянии вакуолизации периода вителлогенеза и развиваются без видимых паталогических изменений.

Еще более устойчива к токсикологическому воздействию герминативная ткань рыб, что является проявлением высокой степени надежности в развитии и функционировании репродуктивной системы. Наши массовые патологоанатомические исследования на водоемах бассейна Ладожского озера подтверждает это, тогда как поражение других органов рыб было очевидно и четко проявлялось визуально (1). Настоящее патоморфологическое исследование подтверждает это (рис. 4). Проведенные исследования еще раз показали значимость патоморфологических исследований в диагностике токсикозов рыб.

ВЫВОДЫ/ CONCLUSION

Исследования показали, что выявленные нами гистоморфологические нарушения во внутренних органах рыб южной акватории Ладожского озера, носят массовый характер и являются выраженным подтверждением токсикологического фактора на ихтиофауну, что подтверждается результатами патологоанатомических исследований и наличием у них проявлений хронического токсикоза, а в целом указывает на значительный уровень загрязнения среды обитания рыб.

PATHOMORPHOLOGICAL CONDITION OF FISH IN THE SOUTHERN WATER AREA OF LAKE LADOGA

Romanov A.Yu.[1] - graduate student, **Karpov D.D.**[2] - graduate student, **Arshanitsa N.M.**[1] - Ph.D., V. Researcher, **Zelennikov O.V.**[2] – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

[1]St. Petersburg branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography.

[2]St. Petersburg State University

*negan94@yandex.ru

ABSTRACT

The entry of pollutants and nutrients in various ways (wastewater, aerogenic means and polluting surface runoff) had a negative impact on all parts of the cycle of substances in the reservoir. This was clearly shown by the results of a comprehensive study in the water system: lake. Ilmen - Volkhov river - lake. Ladozhskoye - r. Neva and Neva Bay, which especially affected the ichthyofauna of the studied reservoirs, both visually and during pathomorphological examination.

The southern waters of Lake Ladoga are of great fishery importance. More than half of the water area is occupied by the littoral zone - the shallow part of the lake, limited to a depth of 8.4 m. The hydrological features of this water area, combined with sources of pollution, form a high level of anthropogenic influence, which affects the condition of fish and their reproduction. Fishing was carried out in three water areas of the southern part of Lake Ladoga, in the littoral zone. For the study, they took the brain, gills, liver, kidneys, spleen, and gonads.

All studies of fish have shown massive toxicosis at the organismal level. A pathological and morphological study carried out at the cellular level confirmed the previously obtained results, revealing pathological changes in various organs. These changes are expressed in hemodynamic disturbances and various degenerative processes, including necrosis, which is the result of prolonged exposure to toxicological substances. On histological preparations, changes in the structural elements of gill tissue from petals to capillaries were observed.

The conducted studies showed, along with previously conducted pathological studies, their effectiveness in assessing the condition of fish. They also make it possible to assess both the quality of the fish habitat and the level of its pollution.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Аршаница, Н.М. Материалы ихтиотоксикологических исследований в бассейне Ладожского озера / Н.М. Аршаница // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 285. – 138 С.

2. Чинарева И.Д. Патогистологические изменения, встречающиеся у рыб бассейна Ладожского озера / И.Д. Чинарева // Сборник научных трудов ГосНИОРХ в. 285, Л. 1998 — с.24-33.

3. Аршаница, Н.М. Использование патологоанатомического и патоморфологиче-

ского методов для оценки состояния рыб Ладожского озера. Проблемы ихтиологии в начале XXI века / Н.М. Аршаница, Л.С. Онищенко // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. – 2009. – Вып. 338. – С. 11–15.
4. Романов, А.Ю. Эколого-ихтиотоксикологическое состояние южной акватории Ладожского озера / А.Ю. Романов, Н.М. Аршаница, М.Р. Гребцов, А.А. Стекольников и др. // Международный вестник ветеринарии. – СПб. – 2023. – № 2. – С. 171–178.
5. Роскин Г.Н. Микроскопическая техника/ Г.Н.Роскин, Л.Б. Левинсон// М. – 1957 – 468с.
6. Поленов А.Л. Гипоталамическая нейросекреция / А.Л. Поленов // Л. – Наука – 1971 – 168 С.
7. Аршаница, Н.М. Материалы патологических и эпизоотологических исследований Сартланской болезни рыб / Н.М. Аршаница, Л.С. Онищенко // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. – 1989. – Вып. 293. – С. 16–29.
8. Персов Г.М. Надежность функционирования воспроизводительной системы рыб // Вопросы ихтиологии. 1972. Т. 12. Вып. 2. С. 258-272.
9. Аршаница, Н.М. Материалы ихтиотоксикологических исследований в бассейне Ладожского озера / Н.М. Аршаница // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 285. – С. 12–23.

REFERENCES

1. Arshanitsa, N.M. Materials of ichthyotoxicological studies in the Lake Ladoga basin / N.M. Arshanitsa // Sat. scientific works of GosNIORH. – 1988. – Issue. 285. – 138 S.
2. Chinareva I.D. Pathohistological changes found in fish of the Lake Ladoga basin / I.D. Chinareva // Collection of scientific works of GosNIORH. 285, L. 1998 - pp. 24-33.
3. Arshanitsa, N.M. The use of pathoanatomical and pathomorphological methods to assess the condition of fish in Lake Ladoga. Problems of ichthyology at the beginning of the 21st century / N.M. Arshanitsa, L.S. Onishchenko // Sat. scientific works of GosNIORH. – 2009. – Issue. 338. – pp. 11–15.
4. Romanov, A.Yu. Ecological and ichthyotoxicological state of the southern waters of Lake Ladoga / A.Yu. Romanov, N.M. Arshanitsa, M.R. Grebtsov, A.A. Stekolnikov et al. // International Bulletin of Veterinary Medicine. – St. Petersburg. – 2023. – No. 2. – P. 171–178.
5. Roskin G.N. Microscopic technique / G.N.Roskin, L.B. Levinson // M. – 1957 – 468 p.
6. Polenov A.L. Hypothalamic neurosecretion / A.L. Polenov // L. – Science – 1971 – 168 pp.
7. Arshanitsa, N.M. Materials of pathological and epizootological studies of Sartlan fish disease / N.M. Arshanitsa, L.S. Onishchenko // Sat. scientific works of GosNIORH. – 1989. – Issue. 293. – pp. 16–29.
8. Persov G.M. Reliability of functioning of the reproductive system of fish // Questions of ichthyology. 1972. T. 12. Issue. 2. pp. 258 -272.
9. Arshanitsa, N.M. Materials of ichthyotoxicological studies in the Lake Ladoga basin / N.M. Arshanitsa // Sat. scientific works of GosNIORH. – 1988. – Issue. 285. – pp. 12–23.

УДК 636.294: 591. 471
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.224

ВЕСОВОЙ И ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ СКЕЛЕТА ДОМАШНИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ НЕНЕЦКОЙ ПОРОДЫ

Южаков А.А. – д-р с.-х. н., глав. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-0633-4074), **Лайшев К.А.** * – д-р вет. н., академик РАН, глав. науч. сотр. (ORCID 0000-0003-2490-6942), **Мухачев А.Д.** д-р с.-х. н., проф.

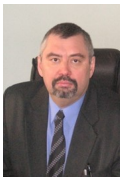
ФГБНУ «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», г. Санкт Петербург

Ключевые слова: *северный олень, ненецкая порода, постнатальный рост скелета, периферический скелет, осевой скелет, весовой рост скелета, линейный рост скелета.*

Key words: *reindeer, Nenets breed, postnatal skeletal growth, peripheral skeleton, axial skeleton, skeletal weight growth, linear skeletal growth.*

* layshev@mail.ru

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ

Северные олени являются одним из наиболее массовых и адаптированных представителей северных территорий Арктической зоны РФ. Особенности развития скелета является важным онтогенетическим признаком, отражающим уровень развития животного и степень реализации его генетического ресурса в фенотипе. Цель представленных исследований - изучить особенности роста и развития скелета северного оленя ненецкой породы с учетом пола и возраста животных. Были получены данные по периферическому и осевому росту костей скелета от рождения до периода окончания роста самцов и самок. На основании проведенных исследований удалось установить, что в постнатальный период осевой отдел скелета самцов и самок северного оленя растет быстрее, чем периферический. Линейный рост костяка у оленей заканчивается раньше, чем весовой. Для самок по сравнению с самцами характерен более интенсивный весовой и линейный рост скелета, что подтверждает относительно более раннее завершение роста и развития организма самок по отношению к самцам одногодкам. Скелет северного оленя по скорости роста уступает скорости прироста живой массы, которая увеличивается главным образом за счет активного роста других тканей и органов. Наибольший привес массы скелетного костяка и линейный прирост наблюдается в молочный период. Следовательно, первые шесть месяцев жизни северного оленя имеют большое значение для формирования телосложения, физиологической скороспелости и уровня будущей мясной и рабочей продуктивности. Выявленные закономерности роста скелета для северных оленей ненецкой породы не исключает возможности распространить их на оленей других пород.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Особенности развития скелета является важным онтогенетическим признаком, отражающим уровень развития животного и степень реализации его генетического ресурса в фенотипе. Знание закономерностей роста скелета, как известно, также позволяет управлять индивидуальным развитием животного.

Изучению базовых закономерностей весового и линейного роста скелета сельскохозяйственных животных в прошлом веке посвящен ряд исследований [1-5]. Повышенный интерес к этой теме объясняется тем, что степень развития скелета является важным морфологическим признаком, отражающим экстерьер и продуктивность животного. Следует особо отметить, что знание динамики анатомических изменений скелета животных в период роста и развития актуально не только в теоретическом плане, но и имеет конкретное практическое значение в селекционной работе для улучшения племенных качеств животных, а также для проведения лечебно-профилактических мероприятий [6-8].

Для северного оленя, как пастбищного мигрирующего животного, рост и развитие, прежде всего, костей конечностей имеют исключительно важное значение [9, 10]. Роль скелета в определении параметров мясной продуктивности домашнего северного оленя неоднократно отмечалась в ряде отечественных исследований [11-14]. Наиболее полно возрастная динамика роста скелета *Rangifer tarandus* была представлена в работе А.Д.Мухачева [15].

Однако следует отметить, что общая численность исследований, посвященных половозрастным особенностям роста скелета северных оленей до настоящего времени, была недопустимо мала.

Цель представленных исследований - изучить особенности роста и развития скелета северного оленя ненецкой породы с учетом пола и возраста животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD Исследования проводились на убойно-перерабатывающем комплексе на оленях различных половозрастных групп (Рисунок 1, 2).

Для изучения весового и линейного роста скелета северных оленей в постнатальный период нами исследованы 20 туш оленей (10 самцов и 10 самок) Для анализа взяты по 2 туши каждой половозрастной группы (новорожденные; 0,5 года; 1,5 года; 2,5 года и 5,5 лет). Исследование скелета новорожденных телят проводилось непосредственно в стаде оленей, во время отела (май).

Кости взвешивали в сыром виде в день препарирования на весах платформенных ВПТ-22, предел взвешивания до 22 кг, дискретность до 1 г. Измерения костей осуществляли штангенциркулем и кронциркулем с точностью до 1 мм по методике Дж. Хэммонда [16]. Скелет подразделяли на осевой и периферический отделы согласно методике В.Я. Бровара, Е.Ф. Леонтьевой [17]. Осевой отдел скелета включал череп, позвоночник и придатки (ребра, грудная кость), периферический - грудные и тазовые конечности. Коэффициенты роста и развития скелета, степень весового и линейного развития костей скелета определяли по методике Н. П. Чирвинского [18]. Вес и длину скелета новорожденного принимали за 1; весовую и линейную величины у взрослого животного - за 100%.

Рис. 1 – Место проведения исследований (убойно-перерабатывающем комплексе

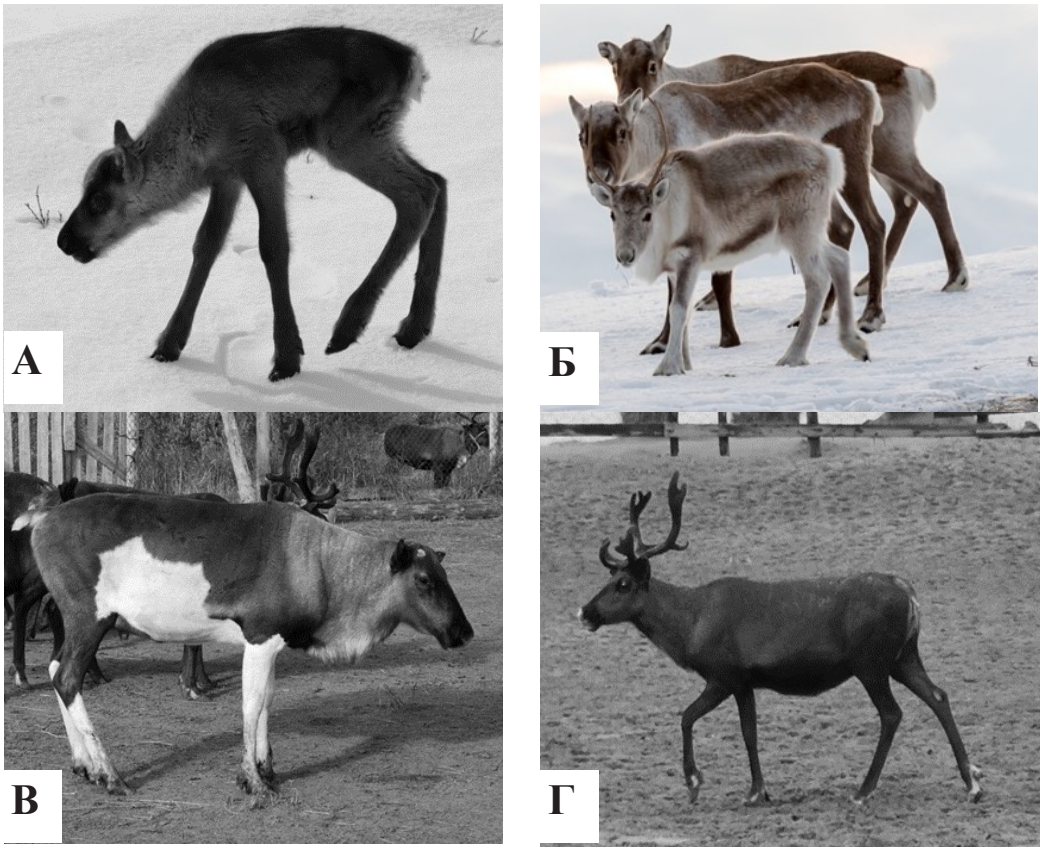


Рис. 2 – Северные олени ненецкой породы различных половозрастных групп.
А – Новорожденный теленок. Б –Теленок и молодняк прошлого года рождения.
В – Взрослый бык, 4 года. Г – Взрослая самка (важенка), 3 года.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Строение скелета северного оленя имеет много общего с представителями других видов семейства оленьих. Для оленей как для пастбищных мигрирующих животных характерно преобладание периферической части над осевой в первые месяцы и годы постнатального развития (Рисунок 3).

С возрастом увеличиваются абсолютный вес и линейные размеры скелета как у самцов, так и у самок (Таблицы 1, 2). В постнатальный период осевой отдел скелета растет быстрее, чем периферический. Наибольший привес костяка и его линейное увеличение наблюдаются в первые 6 месяцев жизни оленя.

С возрастом интенсивность весового и линейного роста скелета самцов и самок изменяется (Рисунки 4, 5). Так, вес скелета самцов по сравнению с новорожденным увеличивается в возрасте 0,5 года в 5,30 раза; в 1,5 года – в 7,07; в 2,5 года – в 8,72; в 5,5 лет – в 10,35 раза.

В те же сроки весовой рост осевого отдела скелета возрастает: в 6,56 раза; в 8,69; в 11,49; в 14,92 раза. Соответственно весовой рост периферического отдела скелета увеличивается: в 4,59; 6,15; 7,16; 7,77 раза. Как видим, в постэмбриональный период у самцов осевой отдел скелета прирастает в весе в 1,92 раза больше, чем периферический отдел.

Вес осевого отдела скелета к весу всего скелета у самцов с возрастом увеличивается: у новорожденных он составляет 36,14%; в возрасте 0,5 года – 44,73%; в 1,5 года – 45,45%; в 2,5 года – 47,65% и в возрасте 5,5 лет – 52,07%. Одновременно у самцов идет уменьшение в отношении веса периферического отдела скелета к весу всего скелета: с 63,86% (новорожденные) до 47,93% (взрослые). Особенно значительно резко снижается относительный вес костяка в первые 0,5 года жизни. Отношение веса скелета у самцов к живому весу с возрастом значительно уменьшается: с 19,73% (новорожденные) до 8,67% (5,5 – летние).

Линейный рост отдельных частей скелета самцов идет неравномерно. Длина скелета взрослого животного превышает длину скелета новорожденного в 2,19 раза. При этом длина осевого отдела скелета больше в 2,57 раза, а периферического отдела скелета – в 1,91 раза. Наибольший линейный рост костяка, как и его весовой рост происходит в первые 0,5 года. Это свидетельствует, что формирование типа телосложения северного оленя происходит в первые 6 месяцев его жизни. Изменение интенсивности линейного роста частей скелета в общих чертах совпадают с таковыми весового роста, однако последний превосходит линейный у самцов в 4,73 раза.

Что касается особенностей скелета самок, то здесь можно отметить следующее (Рисунок 5): вес их скелета с возрастом увеличивается по сравнению с новорожденным: в 0,5 года – 6,14 раза; в 1,5 года – 7,26; в 2,5 года – 8,52 и в 5,5 лет – 9,42. Соответственно для веса осевого

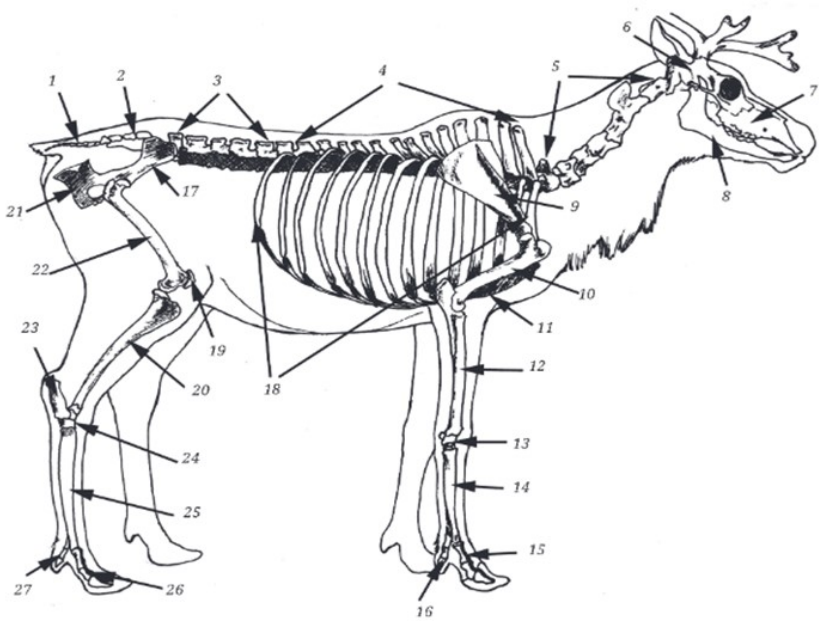


Рис. 6. Скелет северного оленя:
1 – хвостовые позвонки; *2* – крестец; *3* – поясничные позвонки; *4* – грудные позвонки; *5* – шейные позвонки; *6* – мозговой череп; *7* – лицевой череп; *8* – нижняя челюсть; *9* – лопатка; *10* – плечевая кость; *11* – грудная кость; *12* – кости предплечья; *13* – кости запястья; *14* – кости пясти; *15* – кости третьего и четвертого пальца; *16* – кости пятого пальца; *17* – подвздошная кость; *18* – ребра; *19* – коленная чашка; *20* – кости голени; *21* – седалищная кость; *22* – бедренная кость; *23* – пяточная кость; *24* – кости заплюсны; *25* – кости плюсны; *26* – кости третьего и четвертого пальца; *27* – кости пятого пальца.

Рис. 3 – Скелет северного оленя (из кн. Анатомия северного оленя [19])

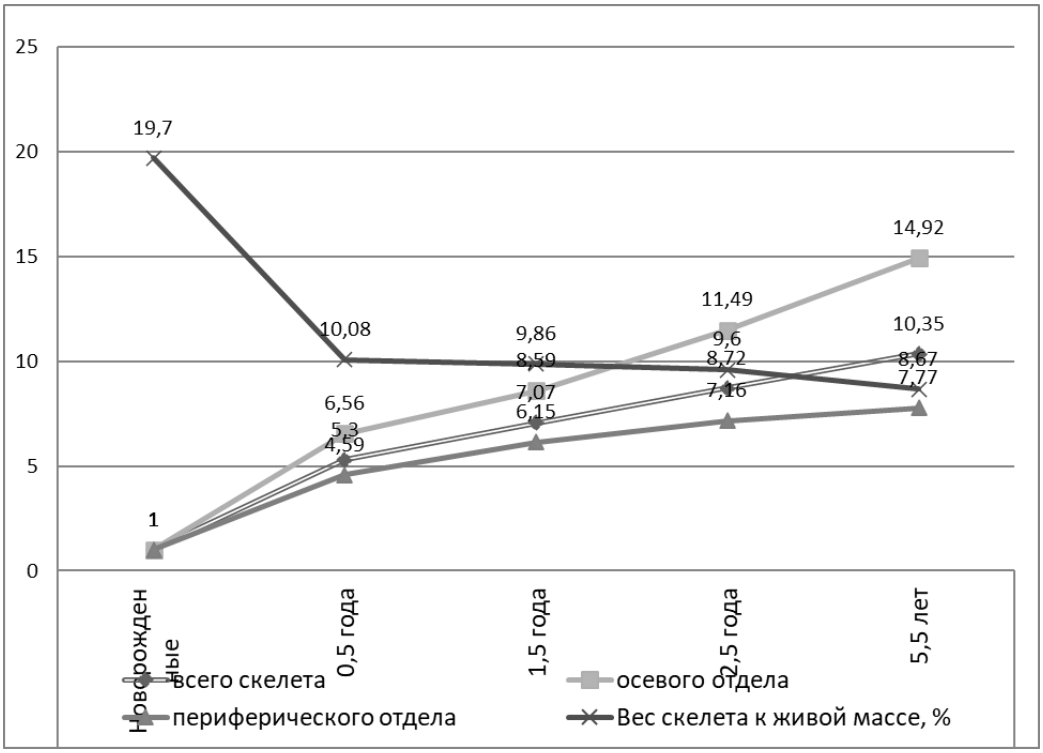


Рис. 4 – Коэффициенты весового роста скелета самцов северных оленей

отдела скелета характерны следующие величины: 6,53; 8,08; 9,72; 11,41. Для веса периферического отдела скелета имеем следующие величины: 0,5 года – 5,87; 1,5 года – 6,89; 2,5 года – 7,68 и 5,5 лет – 8,02. Длина скелета взрослых самок превышает длину скелета новорожденных в 2,18 раза, при этом осевой отдел скелета превышает длину новорожденного прямого в 2,56 раза, а периферический – в 1,90 раза.

Отношение длины осевого отдела скелета к общей длине скелета с возрастом увеличивается (%): новорожденные – 41,72; 0,5 года – 47,00; 1,5 года – 47,44; 2,5 года – 48,12; 5,5 лет – 49,13.

Отношение длины периферического отдела скелета к общей длине скелета с возрастом, напротив, снижается (%): новорожденные – 58,28; 0,5 года – 53,00; 1,5 года – 52,56; 2,5 года – 51,88; 5,5 лет – 50,87. Вес скелета самок к живой массе с возрастом снижается (%): новорожденные – 20,05; 0,5 года – 9,62; 1,5 года – 8,89; 2,5 года – 8,61; 5,5 лет – 8,02. Изменения интенсивности линейного роста частей скелета в общих чертах совпадают с таковыми весового роста, однако весовой рост скелета превосходит линейный у самок в 4,32 раза.

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что различные части осевого отдела скелета самцов северного оленя в постэмбриональный период растут не равномерно, в результате чего наблюдается определенная возрастная изменчивость весовых отношений. К рождению в осевом отделе скелета наилучшего развития по весу достигает череп и хвостовой отдел позвоночника. С возрастом наибольшая интенсивность весового роста наблюдается в вентральной (грудная кость) части осевого скелета и в крестцовом отделе позвоночника, от которого идет снижение

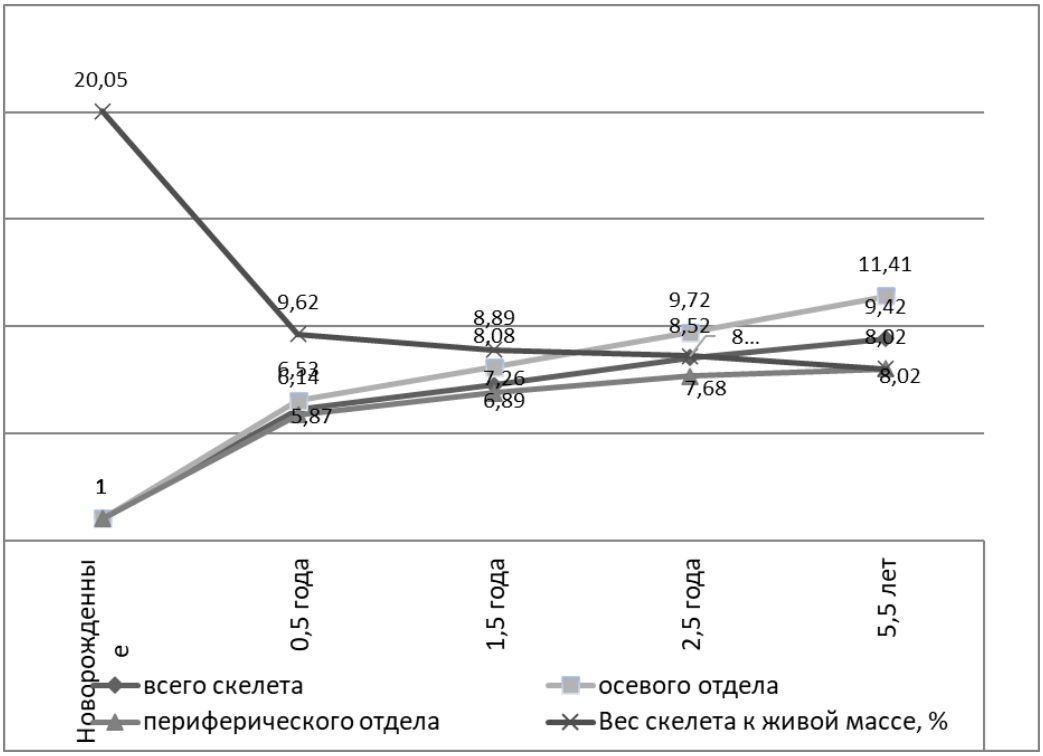


Рис. 5 – Коэффициенты весового роста скелета самок северных оленей

в краниальном и каудальном направлениях. Что касается линейного развития осевого отдела скелета самцов, то с возрастом наибольшая интенсивность роста наблюдается в крестцовом отделе позвоночника, от которого идет снижение в краниальном и каудальном направлениях.

Рассматривая весовой рост периферического отдела скелета самцов, следует отметить, что высокая энергия роста в грудной конечности у плечевой кости, предплечья, пястной кости. К 2,5 годам они от взрослых достигают соответственно величины (%): 94,1; 94,8; 96,7. К 2,5 годам они достигают от взрослых следующих величин (%): 92,3; 93,7; 95,6. Аналогичная тенденция характерна и при линейном росте скелета самок: он заканчивается раньше, чем весовой.

Сравнение весового и линейного развития костей осевого и периферического отделов скелета самцов с самками (Таблица 4) позволяет отметить следующую особенность: для самок характерен более интенсивный весовой и линейный рост скелета, то есть относительное завершение роста скелета и его отделов наступает у самок раньше, чем у самцов сверстников.

В целом костяк по скорости роста уступает живому весу: живой вес увеличивается в большей степени в результате роста других тканей и органов, отличающихся повышенной скоростью постэмбрионального роста. Это подтверждает закономерность, установленную В.Л. Броваром для сельскохозяйственных животных [20]. Выявленные закономерности роста скелета для северных оленей ненецкой породы не исключает возможности распространить их на оленей других пород.

Таблица 1

Вес и длина частей скелета самцов северных оленей

Части скелета	Вес, г					Длина, см				
	Новорож-денные	0,5 года	1,5 года	2,5 года	5,5 лет	Новорож-денные	0,5 года	1,5 года	2,5 года	5,5 лет
Череп	165	890	1127	1265	1652	14,1	25,1	29,6	31,6	34,8
Отделы позвоночника:										
шейный	56	344	470	675	876	14,3	28,6	30,2	33,2	35,6
грудной	55	418	508	680	825	21,0	43,8	47,0	53,4	57,0
поясничный	31	194	228	320	401	8,0	18,2	19,0	22,6	23,6
крестцовый	10	86	94	130	143	4,9	10,5	10,7	11,2	11,3
хвостовой	3	14	24	26	34	9,2	16,6	19,0	19,2	21,0
Весь позвоночник	155	1056	1324	1831	2281	57,4	117,7	125,9	139,6	148,5
Ребра	49	452	740	1082	1537	12,3	23,6	27,0	29,4	34,7
Грудная кость	9	82	95	165	170	14,8	28,0	30,3	33,0	35,5
Весь осевой скелет	378	2480	3286	4343	5640	98,6	194,4	212,8	233,6	253,5
Кости грудной конечности:										
лопатка	13	87	123	167	205	9,6	18,1	21,6	23,5	26,0
плечевая	44	219	291	335	356	12,3	19,5	21,5	21,5	22,0
предплечья	40	170	226	255	269	17,1	27,3	31,0	31,2	32,1
запястья	7	27	29	42	42	1,6	2,9	2,9	2,9	2,9
пястная	26	85	112	149	154	13,2	16,5	19,2	19,4	19,4
фаланги	15	74	89	116	119	6,6	11,5	12,0	12,4	13,1
Весь скелет груд. конечности	145	662	870	1064	1145	60,4	95,8	108,2	110,9	115,5
Кости тазовой конечности:										
безымянная	14	114	167	232	271	11,8	23,5	27,8	29,5	29,7
бедренная	49	249	335	350	379	13,7	23,6	27,0	27,2	27,4
коленная чашечка	2	12	18	18	23	2,7	4,3	4,6	4,6	4,6
голени	51	230	298	312	333	17,0	26,9	30,7	31,0	31,5
заплюсна	23	84	102	110	115	2,6	4,5	4,8	4,8	4,9
плюсна	37	110	175	199	225	17,3	21,7	26,0	26,2	26,4
фаланги	13	71	88	105	105	6,8	11,8	12,5	12,7	13,0
Весь скелет таз. конечности	189	870	1183	1326	1451	71,9	116,3	133,4	136,0	137,5
Весь периферический скелет	668	3064	4106	4780	5192	132,3	212,1	241,6	246,9	253,0
Весь скелет	1046	5544	7392	9123	10832	230,9	406,5	454,4	480,5	506,5

Таблица 2

Вес и длина частей скелета самок северных оленей

Части селета	Вес, г					Длина, см				
	Ново-рож-денные	0,5 года	1,5 года	2,5 года	5,5 лет	Новорож-денные	0,5 года	1,5 года	2,5 года	5,5 лет
Череп	153	684	968	1137	1279	14,0	24,7	27,5	29,2	30,5
Отделы позвоночника:										
шейный	51	312	354	450	550	12,6	27,5	30,0	32,0	32,5
грудной	50	370	421	489	620	18,2	42,8	47,0	49,7	52,5
поясничный	26	190	206	262	291	7,0	18,1	19,0	21,4	22,2
крестцовый	7	82	93	118	128	4,5	10,3	10,5	10,6	10,9
хвостовой	2	14	18	23	27	7,5	13,6	18,0	18,6	19,0
Весь позвоночник	136	969	1092	1327	1616	49,8	112,3	124,5	132,3	137,0
Ребра	46	512	635	729	890	11,8	23,2	24,8	28,0	29,5
Грудная кость	9	80	85	134	141	14,1	27,0	28,9	29,7	33,0
Весь осевой отдел скелета	344	2245	2780	3342	3926	89,7	187,2	205,7	219,2	230,0
Кости грудной конечности:										
лопатка	10	78	93	122	136	9,5	18,6	19,6	21,2	22,2
плечевая	30	185	226	255	280	11,6	19,5	20,4	20,5	21,1
предплечья	29	155	180	198	205	15,5	26,2	29,4	30,4	30,6
запястья	6	25	27	30	32	1,5	2,4	2,5	2,5	2,6
фаланги	10	73	88	90	91	6,0	11,5	11,7	11,9	12,0
Весь скелет груд. конечности	106	598	709	795	846	56,9	94,4	102,0	104,9	106,9
Кости тазовой конечности:										
безымянная	10	113	136	179	190	11,0	24,4	26,0	28,2	29,5
бедренная	34	240	271	292	305	13,2	24,2	25,2	25,7	25,8
коленная чашечка	2	12	15	15	16	2,7	3,8	4,5	4,5	4,5
голени	35	217	241	271	274	15,8	26,3	29,3	29,5	29,8
заплюсна	18	78	86	90	91	2,5	4,4	4,5	4,5	4,5
плюсна	31	110	153	160	162	16,8	21,6	24,5	24,8	25,0
фаланги	9	70	77	80	81	6,4	11,8	11,9	12,1	12,1
Весь скелет таз. конечности	139	840	979	1087	1119	68,4	116,5	125,9	129,3	131,2
Весь периферический скелет	490	2876	3376	3764	3930	125,3	210,9	227,9	234,2	238,1
Весь скелет	834	5121	6056	7106	7856	215,0	398,1	433,6	453,4	468,1
Живой вес, кг	4,16	53,23	68,12	8253	97,95					

Таблица 3

Степень весового и линейного развития костей скелета самцов северных оленей (в % от взрослого – 5,5 лет)

Части скелета	Вес				Длина			
	Новорож-денные	0,5 года	1,5 года	2,5 года	Новорож-денные	0,5 года	1,5 года	2,5 года
Череп	10,0	53,9	68,2	76,6	40,5	72,1	85,0	90,8
Отделы позвоночника:								
шейный	6,4	39,2	55,8	76,9	40,2	80,3	84,8	93,3
грудной	6,7	50,7	61,6	82,4	36,8	76,9	82,5	93,7
поясничный	7,7	48,4	56,6	79,8	33,9	77,1	80,5	95,8
крестцовый	7,0	60,1	65,7	90,9	43,4	92,9	94,7	99,1
хвостовой	8,8	41,2	70,6	76,5	43,8	79,0	90,5	91,4
Весь позвоночник	6,8	45,9	58,1	80,3	38,6	79,3	84,8	94,0
Ребра	3,2	29,4	48,2	70,4	35,4	68,0	77,8	84,7
Грудная кость	5,3	48,2	55,9	97,1	41,7	78,9	85,3	93,0
Весь осевой скелет	6,7	44,0	58,3	77,0	38,9	76,7	83,9	92,1
Кости грудной конечности:								
лопатка	6,3	42,4	60,0	81,5	36,9	69,6	83,1	90,4
плечевая	12,4	61,5	81,7	94,1	55,9	88,6	97,7	97,7
предплечья	14,9	63,2	84,0	94,8	53,0	85,0	96,6	97,2
запястья	16,7	64,3	69,0	100,0	55,2	100,0	100,0	100,0
пястная	16,9	55,2	72,8	96,7	68,0	85,0	99,0	100,0
фаланги	12,6	62,2	74,8	97,5	50,4	87,8	91,6	94,7
Весь скелет груд. конечности	12,7	57,8	76,0	92,9	52,3	82,9	93,7	96,0
Кости тазовой конечности:								
безымянная	5,2	42,1	61,6	85,6	39,7	79,1	93,6	99,3
бедренная	12,9	65,7	88,4	92,3	50,0	86,1	98,5	99,3
коленная чашечка	8,7	52,2	78,3	78,3	58,7	93,5	100,0	100,0
голени	15,3	69,1	89,5	93,7	54,0	85,4	97,5	98,4
заплюсна	20,0	73,0	88,7	95,6	53,1	91,8	98,0	9 98,0
плюсна	16,4	48,9	77,8	88,4	65,5	82,2	98,5	92,2
фаланги	13,4	67,6	83,8	100,0	52,3	90,8	96,1	97,7
Весь скелет таз. конечности	13,0	60,0	81,5	91,4	52,3	84,6	97,0	98,9
Весь периферический скелет	12,9	59,0	79,1	92,1	52,3	83,8	95,5	97,6
Весь скелет	9,7	51,2	68,2	84,2	45,6	80,3	89,7	94,9

Таблица 4

Степень весового и линейного развития скелета самок северных оленей (в % от взрослого – 5,5 лет)

Кости	Вес				Длина			
	Новорож-денные	0,5 года	1,5 года	2,5 года	Новорож-денные	0,5 года	1,5 года	2,5 года
Череп	11,9	53,5	75,7	90,1	45,9	90,1	90,2	95,7
Отделы позвоночника:								
шейный	9,3	56,9	64,4	81,8	38,8	84,6	92,3	98,5
грудной	8,1	59,7	67,9	78,9	34,7	81,5	89,5	94,7
поясничный	8,9	65,3	70,8	90,0	31,5	81,5	85,6	96,4
крестцовый	5,5	64,1	72,7	82,2	41,3	94,5	96,3	97,2
хвостовой	7,4	51,8	66,7	85,2	39,5	71,6	94,7	97,9
Весь позвоночник	8,4	60,0	67,6	82,1	36,3	82,0	90,9	96,6
Ребра	5,2	57,5	71,3	81,9	40,0	78,6	84,1	94,9
Грудная кость	6,4	56,7	60,3	95,0	42,7	81,8	87,6	90,0
Весь осевой отдел скелета	8,8	57,2	70,8	85,1	39,0	81,4	89,4	95,3
Кости грудной конечности:								
лопатка	7,3	57,3	68,4	89,7	42,8	83,8	88,3	95,6
плечевая	10,7	66,1	80,7	91,1	55,0	92,4	96,7	97,2
предплечья	14,1	75,6	87,8	96,6	50,6	85,6	96,1	99,3
запястья	18,7	78,1	84,4	93,7	57,7	92,3	96,1	96,1
пястная	20,6	79,6	92,2	97,2	69,6	88,0	100,0	100,0
фаланги	11,0	80,2	96,7	99,0	50,0	95,8	97,5	99,2
Весь скелет груд. конечности	12,5	70,7	83,8	94,0	53,2	88,3	95,4	98,1
Кости тазовой конечности:								
безымянная	5,3	59,5	71,6	94,2	37,3	82,7	88,1	95,6
бедренная	10,5	78,7	88,8	95,7	51,2	93,8	97,7	99,6
коленная чашечка	12,5	75,0	93,7	93,7	60,0	84,4	100,0	100,0
голени	12,8	79,2	88,0	98,9	53,0	88,3	98,3	99,0
заплюсна	19,8	85,7	94,5	98,9	55,6	97,8	100,0	100,0
плюсна	19,1	67,9	94,4	98,8	67,2	86,4	98,0	99,2
фаланги	11,1	86,4	95,1	98,8	52,9	97,5	98,3	100,0
Весь скелет таз. конечности	12,4	75,1	87,5	97,1	52,13	88,8	96,0	98,5
Весь периферический скелета	12,5	73,2	85,9	95,8	52,6	88,6	95,7	98,4
Весь скелет	10,6	65,2	77,1	90,4	45,9	85,0	92,6	96,9

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В постнатальный период осевой отдел скелета самцов и самок северного оленя ненецкой породы растет быстрее, чем периферический. Тренд интенсивности линейного роста частей скелета в целом совпадает с трендом весового роста, однако последний количественно превосходит линейный в 4,73 раза (самцы), и в 4,32 раза (самки). Линейный рост костей скелета у оленей заканчивается раньше, чем весовой. Для самок по сравнению с самцами характерен более интенсивный весовой и линейный рост скелета, что подтверждает относительно более раннее завершение роста и развития организма самок по отношению к самцам одногодкам. С возрастом у северных оленей снижается вес скелета относительно живой массы животного. Скелет северного оленя по скорости роста уступает скорости прироста живой массы, которая увеличивается главным образом за счет активного роста других тканей и органов. Наибольший привес массы скелетного костяка и линейный прирост наблюдается в первые 6 месяцев жизни оленя. Следовательно, первые шесть месяцев жизни северного оленя имеют большое значение для формирования телосложения, физиологической скороспелости и уровня будущей мясной и рабочей продуктивности. Выявленные закономерности роста скелета характерны для северных оленей ненецкой породы, что не исключает основания распространить их на оленей других пород.

WEIGHT AND LINEAR GROWTH OF THE SKELETON OF DOMESTIC REINDEER OF THE NENETS BREED

Yuzhakov A.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher (ORCID 0000-0002-0633-4074), **Laishev K.A.** – Doctor of Veterinary Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher (ORCID 0000-0003-2490-6942), **Mukhachev A.D.** – Doctor of Agricultural Sciences, professor.

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg.

*layshev@mail.ru

ABSTRACT

Reindeer are one of the most widespread and adapted representatives of the northern territories of the Arctic zone of the Russian Federation. Features of skeletal development are an important ontogenetic feature that reflects the level of development of the animal and the degree of realization of its genetic resource in the phenotype. The purpose of the presented research is to study the characteristics of the growth and development of the skeleton of the Nenets reindeer breed, taking into account the sex and age of the animals. Data were obtained on the peripheral and axial growth of skeletal bones from birth to the end of growth of males and females. Based on the studies conducted, it was possible to establish that in the postnatal period, the axial part of the skeleton of male and female reindeer grows faster than the peripheral part. Linear bone growth in deer ends earlier than weight growth. Females, compared to males, are characterized by more intense weight and linear growth of the skeleton, which confirms the relatively earlier completion of the growth and development of the body of females in relation to males of the same age. The growth rate of the reindeer skeleton is inferior to the rate of increase in live weight, which increases mainly due to the active growth of other tissues and organs. The greatest increase in skeletal mass and linear growth is observed during the milk period. Consequently, the first six months of a reindeer's life are of great importance for the formation of physique, physiological precocity and the level of future meat and labor productivity. The revealed patterns of skeletal growth for reindeer of the Nenets breed do not exclude the possibility of extending them to reindeer of other breeds.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Новиков, Е.А. Закономерности развития сельскохозяйственных животных / Е.А. Новиков., М.: Колос,1971. -224с.

2. Салихов, А.А. Генотипические особенности динамики линейного роста отдель-

ных костей и всего скелета молодняка казахской белоголовой породы в постнатальном периоде онтогенеза /А.А. Салихов, В.И. Косилов, Т.С. Кубатбеков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2016.- № 3 (59). - С. 210-213.
3. Эртуев, М.М. Рост и развитие мышечной, костной и жировой тканей туш симментальских и помесных бычков / М.М. Эртуев, И.П.Прохоров, А.Н. Пикуль // Аграрная Россия. – 2018. – № 12.– С. 25–30.
4. Никитченко, В.Е. Морфологические показатели туш и костей по отделам скелета у бычков антилопы Канна / В.Е.Никитченко, Д.В. Никитченко, О.Е. Рысцова др. //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2020.- № 5 (158). - С. 130-135.
5. Зиновьева, С.А. Возрастной аспект гендерных особенностей формирования скелетно-мышечного аппарата лошадей английской чистокровной верховой породы / С.А.Зиновьева, С.А. Козлов, С.С. Маркин // В сборнике: Актуальные вопросы биологии, биотехнологии, ветеринарии, зоотехнии, товароведения и переработки сырья животного и растительного происхождения.- М.- 2021.- С150-152.
6. Кононец Л.В. Морфологические характеристики скелета грудной конечности северного оленя. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Благовещенск., 2002.- 24с.
7. Малофеев, Ю.М. Особенности осевого скелета туловища марала (Cervus elaphus sib.) / Ю.М. Малофеев, С.Н. Чебаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2007.- № 3 (29). - С. 38-41.
8. Малкова, Н.Н. Морфологические характеристики скелета тазовой конечности северного оленя // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Благовещенск., 2009.- 22с.
9. Гаврилова, А.В. Окостенение скелета туловища и конечностей молодняка северных оленей мурманской популяции в возрасте до 6 месяцев / А.В. Гаврилова // Сб. научн. работ Мурманская оленеводческая опытная станции. - 1973.- Вып. 2.- С. 25-30.
10. Лайшев, А.Х. Динамика окостенения кисти и стопы у северного оленя / А.Х. Лайшев // Бюл. научн.-техн. информации НИИ сел. хоз-ва Крайнего Севера. - 1974.- № 5.- С. 18-20.
11. Бороздин, Э.К. Формирование мясности у северных оленей / Э.К. Бороздин // Сиб. вестник. с.- х. науки. - 1974. -№6. - С. 48-53.
12. Макушев, Ю.Е. Экстерьер и мясная продуктивность оленей. / Ю.Е. Макушев // Земля сибирская, дальневосточная. - 1974.- № 11.- С. 35
13. Южаков, А.А. Особенности роста и формирования телосложения северных оленей ненецкой породы / А.А. Южаков, К.А. Лайшев //Международный вестник ветеринарии. - 2022.- № 2.- С. 104-111.- DOI 10/52419/|iss 2072-2419.2022.2.104.
14. Мухачев, А.Д., Колпащиков, Л.А., Лайшев, К.А. Мясная продуктивность северных оленей. Новосибирск., 2002.- 122 с.
15. Мухачев, А.Д. Морфологические особенности и мясная продуктивность северных оленей Полярного Урала. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. ВСХИЗО., 1968.- 32 с.
16. Хэммонд Дж. Рост и развитие мясности у овец. М., 1937. -440 с.
17. Бровар В.Я. Постэмбриональный рост скелета крупного рогатого скота // Вестник животноводства. – 1940.– № 2. – С. 20 -31
18. Чирвинский Н.П. Развитие костяка у овец и крупного рогатого скота во вторую половину эмбриональной жизни и в постэмбриональный период. М., 1949. – Т. 1. – С. 356-367.
19. Шелепов В.Г., Донченко А.С., Лайшев К.А., Зеленевский Н.В. Анатомия северного оленя. Новосибирск., 2003.– 434с.
20. Бровар В.Я. Закономерности роста скелета домашних млекопитающих// Тр. ТСХА. М., 1944. – Вып. 31.

REFERENCES
1.Novikov, E.A. Zakonomernosti razvitiya sel`skoxozyajstvenny`x zhivotny`x / E.A. Novikov., M.: Kolos,1971. -224s.
2.Salixov, A.A. Genotipicheskie osobennosti dinamiki linejnogo rosta otdel`ny`x kostej i vsego skeleta molodnyaka kazaxskoj belogolovoj porody` v postnatal`nom periode ontogeneza /A.A. Salixov, V.I. Kosilov, T.S. Kubatbekov //Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- 2016.- № 3 (59).- S. 210-213.
3.E`rtuev, M.M. Rost i razvitie my`shechnoj, kostnoj i zhirovoj tkanej tush simmental`skix i pomesny`x by`chkov / M.M. E`rtuev, I.P.Proxorov, A.N. Pikul` // Agrarnaya Rossiya. – 2018. – № 12.– S. 25–30.
4.Nikitchenko, V.E. Morfologicheskie pokazateli tush i kostej po otdelam skeleta u by`chkov antilopy` Kanna / V.E.Nikitchenko, D.V. Nikitchenko, O.E. Ry`sczova dr. //Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- 2020.- № 5 (158).- S. 130-135.
5.Zinov`eva, S.A. Vozrastnoj aspekt genderny`x osobennostej formirovaniya skeletnomy`shechnogo apparata loshadej anglijskoj chistokrovnoj verxovoj porody` / S.A.Zinov`eva, S.A. Kozlov, S.S. Markin // V sbornike: Aktual`ny`e voprosy` biologii, biotexnologii, veterinarii, zootexnii, tovarovedeniya i pererabotki sy`r`ya zhivotnogo i rastitel`nogo proisxozhdeniya.- M.- 2021.- S150-152.
6.Kononecz L.V. Morfologicheskie xarakteristiki skeleta grudnoj konechnosti severnogo olenya. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskix nauk. Blagoveshhensk., 2002.- 24s.
7.Malofeev, Yu.M. Osobennosti osevogo skeleta tulovishha marala (Cervus elaphus sib.) / Yu.M. Malofeev, S.N. Chebakov // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- 2007.- № 3 (29).- S. 38-41.
8.Malkova, N.N. Morfologicheskie xarakteristiki skeleta tazovoj konechnosti severnogo olenya // Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskix nauk. Blagoveshhensk., 2009.- 22s.
9.Gavrilova, A.V. Okostenenie skeleta tulovishha i konechnostej molodnyaka severny`x olenej murmanskoj populyacii v vozraste do 6 mesyacev / A.V. Gavrilova //Sb. nauchn. rabot Murmanskaya olenevodcheskaya opy`tnaya stancii.- 1973.- Vy`p. 2.- S. 25-30.
10.Lajshev, A.X. Dinamika okosteneniya kisti i stopy` u severnogo olenya / A.X. Lajshev // Byul. nauchn.-texn. informacii NII sel. xoz-va Krajnego Severa.- 1974.- № 5.- S. 18-20.
11.Borozdin, E`.K. Formirovanie myasnosti u severny`x olenej / E`.K. Borozdin //Sib. vestnik. s.- x. nauki. - 1974. -№6. - S. 48-53.
12.Makushev, Yu.E. E`kster`er i myasnaya produktivnost` olenej. / Yu.E. Makushev // Zemlya sibirskaya, dal`nevostochnaya.- 1974.- № 11.- S. 35
13.Yuzhakov, A.A. Osobennosti rosta i formirovaniya teloslozheniya severny`x olenej neneczkoj porody` / A.A. Yuzhakov, K.A. Lajshev //Mezhdunarodny`j vestnik veterinarii.- 2022.- № 2.- S. 104-111.- DOI 10/52419/|iss 2072-2419.2022.2.104.
14.Muxachev, A.D., Kolpashhikov, L.A., Lajshev, K.A. Myasnaya produktivnost` severny`x olenej. Novosibirsk., 2002.- 122 s.
15.Muxachev, A.D. Morfologicheskie osobennosti i myasnaya produktivnost` severny`x olenej Polyarnogo Urala. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskix nauk. VSXIZO., 1968. - 32 s.
16.Xe`mmond Dzh. Rost i razvitie myasnosti u ovecz. M., 1937. -440 s.
17. Brovar V.Ya. Poste`mbrional`ny`j rost skeleta krupnogo rogatogo skota // Vestnik zhivotnovodstva. – 1940.– № 2. – S. 20-31
18.Chirvinskij N.P. Razvitie kostyaka u ovecz i krupnogo rogatogo skota vo vtoruyu polovinu e`mbrional`noj zhizni i v poste`mbrional`ny`j period. M., 1949. – T. 1. – S. 356-367.
19.Shelepov V.G., Donchenko A.S., Lajshev K.A., Zelenevskij N.V. Anatomiya severnogo olenya. Novosibirsk., 2003.– 434s.
20.Brovar V.Ya. Zakonomernosti rosta skeleta domashnix mlekopitayushhix// Tr. TSXA. M., 1944. – Vy`p. 31.

АКУШЕРСТВО, ГИНЕКОЛОГИЯ

УДК: 636.4:636.082.4
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.237

ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СВИНОМАТОК

Филатов А.В.[1] * – д-р вет. н, проф., вед. науч. сотр., (ORCID 0000-0003-4557-844X), **Минин А.В.**[2] – канд. вет. н., главный ветеринарный врач

[1] ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми научного центра УрО РАН
[2] ООО «Восточный»

*fav6819@yandex.ru

Ключевые слова: *свиноматки, нормальные роды, паталогические роды, многоплодие, продолжительность родов, послеродовой период, оплодотворяемость.*
Key words: *sows, normal childbirth, pathological childbirth, multiple births, duration of labor, postpartum period, fertilization.*

Поступила: 06.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Целью настоящей работы являлось проведение анализа распространенности нормальных и патологических родов у высокопродуктивных свиноматок и влияние их течения на дальнейшую репродуктивную функцию. Исследования проведены в условиях промышленного комплекса на 260 высокопродуктивных свиноматках йоркшир х ландрас датской селекции. Установлено, что у высокопродуктивных свиноматок в 32,69% случаев регистрируются патологические роды: в т.ч. слабые схватки и потуги у 20,0% и неправильное расположение плода в родовом канале с применением ручного родовспоможения – у 12,69%. При клиническом проявлении у рожениц слабой родовой деятельности и при оказании ручного родовспоможения от них получали больше на 16,32% и 15,20% поросят, чем при нормальных родах. При этом происходит увеличение продолжительности родов на 31,09% ($p<0,001$) и на 43,15% ($p<0,001$), соответственно. При патологических родах у рожениц наблюдается выведение большего количества мертворожденных и мумифицированных поросят, чем при нормальных родах. Оказание акушерской помощи в период родов повышает риск развития у животных в ранний послеродовый период воспалительных заболеваний матки и молочной железы. Наиболее частой послеродовой патологией при первичной слабости родовой деятельности и ручном родовспоможении является воспаление слизистой оболочки матки, а при ручном родовспоможении дополняется увеличением числа заболевших животных послеродовой дисгалактией. В следующем репродуктивном цикле свиноматки, у которых регистрировали физиологическое течение родово-

го процесса и слабые схватки, и потуги, имели идентичные показатели воспроизводства. Однако у животных, имевших в анамнезе во время последних родов первичную слабость родовой деятельности, регистрировали увеличение непродуктивного периода. У свиноматок после оказание мануальной помощи наблюдается нарушение и задержка восстановления половой цикличности, снижение оплодотворяемости.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Роды у высокопродуктивных свиноматок – это физиологический процесс, в ходе которых происходит выведении из организма самки более 14 плодов с изгнанием плодных вод и плодных оболочек. Понимание процесса родов и факторов, влияющих на его успех, является решающим шагом на пути получения эффективных репродуктивных результатов [1]. В настоящее время маточное поголовье имеет такие особенности, как повышенные темпы роста, раннюю физиологическую зрелость, большое многоплодие и увеличенное количество мертворожденных поросят, чем их сверстницы несколько десятилетий назад [2, 3].

Повышение количества поросят, полученных от свиноматок, сопровождается значительным увеличением у них продолжительности опороса, а также риском развития патологических родов [4]. В условиях промышленной технологии производства свинины первичная слабость родов регистрируется у 19,80% животных, а 11,60% родов не обходится без применения ручного родовспоможения [5]. У свиноматок крупной белой породы с патологией родов и послеродового периода в 62,3% случаев были затяжные роды, а 29,9% животным оказывали акушерскую помощь. В послеродовом периоде у 70,8% свиноматок наблюдался метрит (эндометрит) и у 23,4% – синдром ММА [6]. По данным Mellagi A.P.G. et al. [7] процент родов, представленных ручным вмешательством, составлял 20,6%. Роды, сопровождающиеся наличием мертворожденных поросят и мануальным родовспоможением у маточного поголовья свиней, увеличивают риск послеродового метрита и задерживают инволюцию матки [8]. Sobestiansky et al. [9] считают, что уровень акушерской помощи при родах должен составлять около 10%, чтобы избежать ненужных вмешательств. В связи с этим изучение родовой деятельности высокопродуктивных свиноматок и дальнейшее течение у них послеродового периода является важным условием для предотвращения негативных последствий для репродуктивного здоровья маточного поголовья, а также здоровья и сохранности поросят.

Целью настоящей работы являлось проведение анализа распространенности нормальных и патологических родов у высокопродуктивных свиноматок и влияние их течения на дальнейшую репродуктивную функцию.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования выполнены в условиях промышленного комплекса на 260 высокопродуктивных свиноматках йоркшир х ландрас датской селекции. Роды у свиноматок подразделили на нормальные и патологические (слабые схватки и потуги, неправильное расположение плода, в родовых путях сопровождающееся ручным родовспоможением). Роды считали нормальными если в течение их продолжительности не прибегали к акушерской помощи. К патологическим относили роды, которые не могли завершиться без оказания помощи. При слабой родовой деятельности роженицам вводили внутримышечно окситоцин в дозе 0,15 ЕД/кг живой массы. При неправильном расположении плода в родовых путях (членорасположение, предлежание, положение. позиция) проводили мануальное родовспоможение. Решение об оказании этого вида помощи основывалось на увеличении интервалов между изгнания плодов более 30 минут. Ручное родовспоможение проводилось путем введения руки в одноразовой перчатке, обработанной гелем в половые пути самки после гигиены наружных половых органов. Основа-

нием для оказания мануальной помощи служило увеличение интервала между рождением поросят более 30 минут в сочетании с отсутствием выведения плода через 30 минут после введения окситоцина при пониженных абдоминальных или маточных сокращениях.

Продолжительностью родов считали интервал второй стадии родов в минутах. В общем многоплодии свиноматок учитывали количество поросят рожденными живыми, мертворожденными и мумифицированными. В ранний послеродовый период на основании клинических признаков у самок диагностировали развитие воспалительных заболеваний матки и молочной железы. После отъема поросят в последующем репродуктивном цикле у свиноматок анализировали возобновление половой цикличности, непродуктивный период и эффективность осеменения в первую охоту.

Статистическую обработку цифровых значений научного исследования осуществляли на ПК с использованием программного пакета «Microsoft Excel». Достоверность полученных результатов подтверждалась вычислением средней арифметической (M), ошибки средней арифметической (m) и уровня достоверности (P) по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Анализ опоросов высокопродуктивных свиноматок позволил выявить, что только у 67,31% животных регистрируются нормальные роды, а у 32,69% рожениц отмечали аномалии в их протекании. Среди осложнений родового периода диагностировали слабые схватки и потуги, а также применяли ручное родовспоможение при неправильном взаиморасположении плода и таза роженицы. Проявление первичной слабости родовой деятельности наблюдали у 20,00% свиноматок. Мануальную помощь при родах оказывали 12,69% животным.

Характер родов зависит от продолжительности родового периода (рис. 1). При нормальных родах их продолжительность составляла 247,13±7,96 минут, что является оптимальным временным интервалом для высокопродуктивных свиноматок. При акушерской патологии регистрировали достоверное увеличение продолжительности родового акта. Так, у свиноматок при развитии слабых схваток и потуг роды протекали продолжительнее на 31,09% ($p<0,001$), а при ручном родовспоможении - на 43,15% ($p<0,001$), чем при нормальном родовом процессе.

Характер родов и увеличение их продолжительности связано с многоплодием маточного поголовья свиней (рис. 2). Наибольшее общее многоплодие регистрировали у свиноматок с патологическими родами. При клиническом проявлении у рожениц слабой родовой деятельности и при оказании ручного родовспоможения от них получали поросят больше на 16,32% и 15,20%, чем при нормальных родах. Следовательно, высокое многоплодие свиноматок и как следствие увеличение продолжительности родов является предрасполагающим фактором в развитии осложнений в период родового акта. При родах с самыми многочисленными пометами наблюдали нарушение сократительной активности миометрия, что вызвано усталостью, инертностью и нарушением питания матки, гормональным дисбалансом [10, 11].

Общее многоплодие животных значительно отличается от количества полученных живых поросят. Потенциальные потери новорожденных при родах включают мертворождённых и мумифицированных плодов. Эти потери приплода при нормальных родах составили 0,78, при слабых схватках и потугах – 1,15 и при мануальной помощи – 3,0 новорожденных. Из общих потерь при нормальных родах у свиноматок количество мертворожденных поросят составило 0,55 голов и мумифицированных – 0,21 головы, что в 1,62 раза и 1,23 раза меньше, чем при развитии у животных слабых схваток и потуг. При развитии слабой родовой деятельности у свиноматок увеличивается количество мертворожденных поросят, преимущественно за счет увеличения продолжительности родов [12]. Borges et al. [13] обнаружили, что вероятность

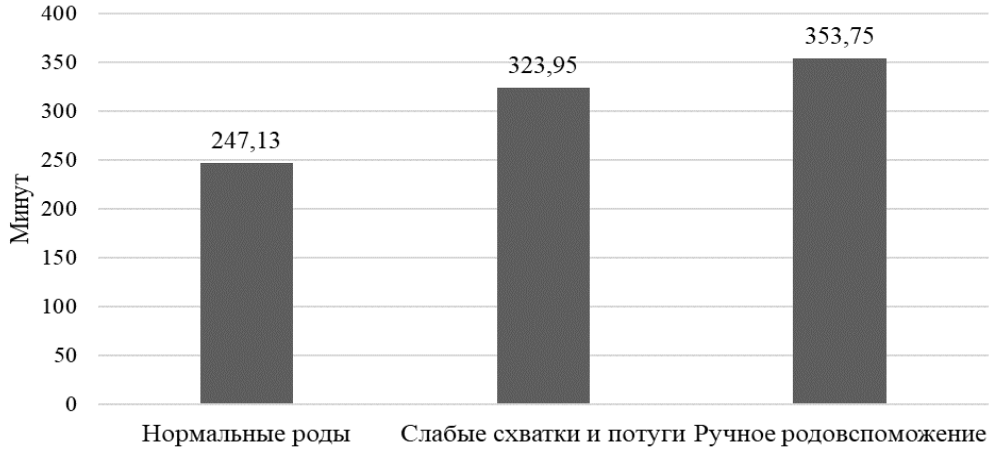


Рис.1 – Продолжительность родов у свиноматок.

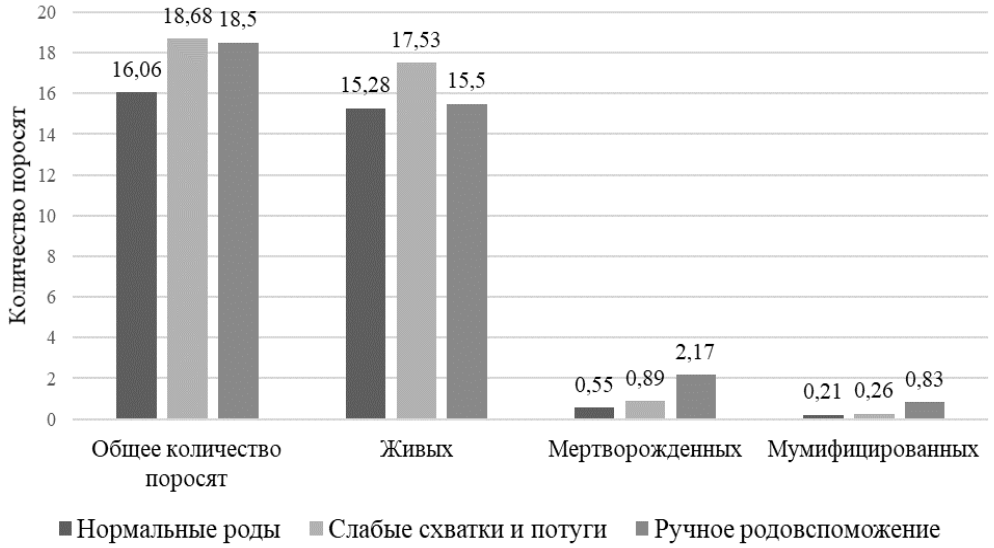


Рис. 2 – Многоплодие свиноматок при нормальных и патологических родах

мертворождения в два раза выше при родах более трех часов. При длительных родах более вероятно преждевременное разрыв пуповины, что приводит к гипоксии и, возможно, повреждению головного мозга у поросят.

Наибольшие потери поросят во время родов наблюдаются при мануальном оказании помощи свиноматкам. При акушерской патологии требующей мануальной коррекции количество мертворожденных поросят больше в 3,94 раза и в 2,44 раза, чем при нормальных родах и первичной слабости родовой деятельности. Количество мумифицированных плодов было больше в 3,95 раза и 3,19 раза, соответственно. Van Dijk et al. [14] высказывают сомнения в том, что мертворождение является причиной или результатом длительных родов, так как длительные роды увеличивают вероятность асфиксии и гибели плодов, но, если поросенок уже

мертв, он не в состоянии выполнить необходимые движения, чтобы достичь родовых путей и вызвать сокращения матки, необходимые для его изгнания. Если последнее предположение верно, то нахождение в половых путях самки мумифицированных плодов также приводит к удлинению периода родов.

Течение послеродового периода зависит от характера родовой деятельности маточного поголовья (рис. 3). При нормальных родах осложнения воспалительного характера в послеродовой период развивались у 13,14%, что в 3,95 раза и 5,07 раза меньше, чем при слабой родовой деятельности и ручном родовспоможении. Наиболее частой патологией в ранний послеродовой период у свиноматок являлось развитие воспаления эндометрия. Послеродовой эндометрит у свиноматок при слабых схватках и потугах развивался чаще в 5,03 раза и ручном родовспоможении – в 4,62 раза, чем при нормальных родах. Заболеваемость животных послеродовой дисгалактией была не высокой при нормальных родах и слабых схватках и потугах, соответственно, 3,43% и 5,77%. При мануальном родовспоможении развитие послеродовой дисгалактии происходило чаще в 7,07 раза и 4,21 раза, чем при нормальных родах и первичной слабости родовой деятельности. Длительный опорос у гиперпродуктивных свиноматок может проявляться неблагоприятным развитием микробиоты в половых органах [15]. Это может быть связано с тем, что родовые пути остаются открытыми в течение длительного периода времени [16]. Поэтому у высокопродуктивных свиноматок регистрируется проблемы с выведением плодных оболочек, а также повышенная частота воспаления матки, приводящая к послеродовой дисгалактии [8].

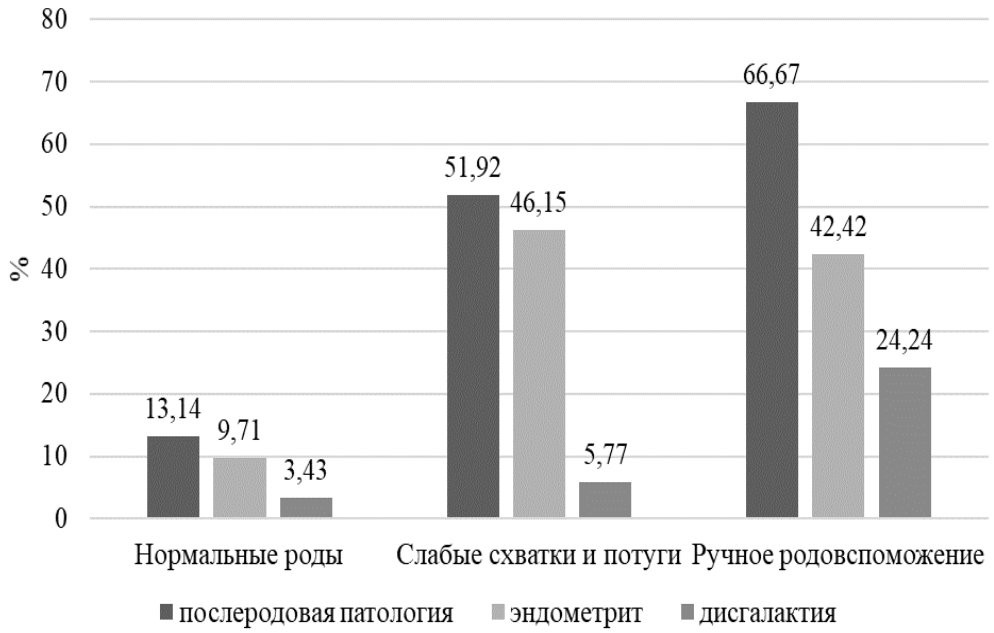


Рис. 3. Заболеваемость свиноматок послеродовыми заболеваниями при разном характере родов

Таблица 1

Репродуктивные показатели свиноматок в следующем половом цикле

Показатель	Нормальные роды	Патологические роды	
		слабые схватки и потуги	ручное родовспоможение
Осталось под наблюдением свиноматок	172	49	28
Количество животных, проявивших половую цикличность, %	172 / 100	49 / 100	25 / 89,28
Непродуктивный период, суток	4,69±0,51	6,29±1,38	5,00±1,15
Оплодотворилось животных, %	160 / 93,02	46 / 93,88	20 / 80,00

После отъема поросят и зоотехнической выбраковки воспроизводительная функция свиноматок в следующем репродуктивном цикле различалась в зависимости от заболеваний, вызвавших патологические роды (табл. 1). Свиноматки, у которых регистрировали слабые схватки и потуги имели идентичные показатели воспроизводства с животными при физиологическом течении родового процесса. Все эти свиноматки проявили стадию возбуждения полового цикла, по результатам искусственного осеменения в первую охоту у них диагностировали высокую физиологическую оплодотворяемость (93,02-93,88%). Непродуктивный период у животных с нормальными родами был короче на 34,11%, чем при развитии слабых схваток и потуг. Свиноматки, которым оказывали ручное родовспоможение, имели более низкие показатели воспроизводства. У животных, имеющих в своем анамнезе данную патологию реже восстанавливалась половая цикличность, ниже эффективность искусственного осеменения, чем при нормальных родах и первичной слабости родовой деятельности. Непродуктивный период при мануальной помощи свиноматкам был длиннее на 6,61%, чем при физиологических родах и короче на 20,51%, чем при слабых схватках и потугах. Выявленный короткий непродуктивный период при ручном родовспоможении по сравнению с первичной слабостью родов связан с меньшим количеством животных, проявивших стадию возбуждения полового цикла, а также с учетом их оплодотворяемости в первую охоту.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

У высокопродуктивных свиноматок в 32,69% случаев регистрируются патологические роды в т.ч. слабые схватки и потуги - у 20,0% и ручное родовспоможение – у 12,69%. Развитие первичной слабости родовой деятельности и необходимость в оказании мануального родовспоможения диагностируется у животных с наибольшим многоплодием и сопровождается увеличением продолжительности родов. При акушерской патологии от свиноматок получают больше мертворожденных и мумифицированных поросят, у них чаще осложняется послеродовой период, сопровождающийся развитием воспалительных заболеваний в матке и молочной железе, а также в следующем репродуктивной цикле нарушается восстановление половой цикличности и снижается оплодотворяемость. Наибольшему риску нарушения воспроизводительной функции подвержены свиноматки с оказанием мануальной акушерской помощи.

CHARACTERISTICS OF CHILDBIRTH IN HIGHLY PRODUCTIVE SOWS

Filatov A.V.[1] – doctor of veterinary sciences, professor, leading researcher,

Minin A.V.[2] – candidate of veterinary sciences, chief veterinarian

[1] Vyatka State Agrotechnological University, Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

[2] Vostochny LLC

*fav6819@yandex.ru

ABSTRACT

The purpose of this work was to analyze the prevalence of normal and pathological births in highly productive sows and the impact of their course on further reproductive function. The research was carried out in an industrial complex on 260 highly productive Yorkshire Landrace sows of Danish breeding. It was found that in highly productive sows in 32.69% of cases, pathological labor is recorded, including weak contractions and attempts - in 20.0% and manual labor – in 12.69%. With the clinical manifestation of weak labor activity in women in labor and with the provision of manual labor, 16.32% and 15.20% more piglets were received from them than during normal childbirth. At the same time, there is an increase in the duration of labor by 31.09% ($p<0.001$) and by 43.15% ($p< 0.001$), respectively. In pathological childbirth, women in labor are observed to breed more stillborn and mummified piglets than in normal childbirth. Providing obstetric care during childbirth increases the risk of developing inflammatory diseases of the uterus and breast in animals in the early postpartum period. The most common postpartum pathology with primary weakness of labor and manual labor is inflammation of the uterine mucosa, and with manual labor it is supplemented by an increase in the number of sick animals with postpartum dysgalactia.

In the next reproductive cycle, the sows, in which the physiological course of the birth process and weak contractions and attempts were recorded, had identical reproduction indicators. However, in animals that had a history of primary weakness of labor activity during the last birth, an increase in the unproductive period was recorded. In sows, after manual care, there is a violation and delay in the restoration of sexual cyclicity, a decrease in fertilization.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Walls A, Hatze B, Lomax S, Bathgate R. Defining “Normal” in Pig Parturition. Animals. 2022; 12(20):2754. https://doi.org/10.3390/ani12202754

2. Peltoniemi O., Oliviero, C., Yun, J., Grahofer, A., & Björkman, S. Management practices to optimize the parturition process in the hyperprolific sow //Journal of animal science. – 2020. – Т. 98. – №. Supplement_1. – С. S96-S106. doi.:10.1093/jas/skaa140

3. Kemp B., Da Silva C. L. A., Soede N. M. Recent advances in pig reproduction: Focus on impact of genetic selection for female fertility //Reproduction in domestic animals. – 2018. – Т. 53. – №. S2. – С. 28-36. doi.:10.1111/rda.13264

4. Филатов, А. В. Распространение послеродовых осложнений воспалительного характера у высокопродуктивных свиноматок / А. В. Филатов, А. В. Минин // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов: Сборник трудов III научно-практической конференции с международным участием, Киров, 06–07 октября 2021 года. – Киров: Вятский ГАТУ, 2021. – С. 147-149.

5. Ушакова, Л. М. Эффективность применения препарата Метрамаг-15® для профилактики и терапии послеродового эндометрита и синдрома метрит-мастит-агалактии у свиноматок: специальность 06.02.06 "Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных": диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Ушакова Людмила Михайловна. – Саратов, 2020. – 162 с.

6. Медведев, Г. Ф. Использование антибактериального препарата для повышения репродуктивной способности свино-

маток с патологией родов и послеродового периода / Г. Ф. Медведев, Е. Л. Микулич, А. Г. Хоченкова // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2013. – № 2. – С. 44-48.
7. Mellagi, A. P. G.; Heim, G.; Bernardi, M. L.; Bortolozzo, F. P. and Wentz, I. 2009. Caracterização e desempenho reprodutivo de fêmeas suínas submetidas à intervenção obstétrica manual. Ciência Rural 39:1478-1484. https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500027
8. Björkman S., Oliviero, C., Kauffold, J., Soede, N. M., & Peltoniemi, O. A. T. Prolonged parturition and impaired placenta expulsion increase the risk of postpartum metritis and delay uterine involution in sows //Theriogenology. – 2018. – Т. 106. – С. 87-92. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.10.003
9. Sobestiansky et al. Visita ao sistema de produção. In: Sobestiansky, J; Barcellos, D.E. Clínica veterinária em sistemas intensivos de produção de suínos e relatos de casos clínicos Goiânia: Art 3, 2001. Cap.8. p.28-58.
10. Хлопицкий, В.П. Антимикробная и утеротоническая активность комплексного препарата Метрамаг®-15 при послеродовых и гинекологических заболеваниях свиноматок / В.П. Хлопицкий, А.В. Филатов, Л.М. Ушакова, М.А. Азямов // Ветеринария. - 2019. - № 1. - С. 10-16.
11. Olli Peltoniemi, Claudio Oliviero, Jinhyeon Yun, Alexander Grahofer, Stefan Björkman Management practices to optimize the parturition process in the hyperprolific sow, Journal of Animal Science, Volume 98, Issue Supplement_1, August 2020, Pages S96–S106, https://doi.org/10.1093/jas/skaa140
12. Jackson PG. The incidence of stillbirth in cases of dystocia in sows. Vet Rec. 1975 Nov 22;97(21):411-2. doi: 10.1136/vr.97.21.411
13. Borges V.F., Bernardi M.L., Bortolozzo F.P., Wentz I. Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. Prev Vet Med. 2005 Sep 12;70 (3-4):165-76. doi: 10.1016/j.prevetmed.2005.03.003
14. Van Dijk AJ, Van Rens BT, Van der Lende T, Taverne MA. Factors affecting duration of the expulsive stage of parturition and piglet birth intervals in sows with uncomplicated, spontaneous farrowings. Theriogenology. 2005 Oct 15; 64(7):1573-90. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.03.017
15. Hasan, S., S. Saha, S. Junnikkala, T. Orro, O. A. T. Peltoniemi, and C. Oliviero. 2018b. Late gestation diet supplementation of resin acid-enriched composition increases sow colostrum immunoglobulin G content, piglet colostrum intake and improve sow gut microbiota. Animal. 1–8. doi: 10.1017/S1751731118003518
16. Peltoniemi, O. A. T., S. Björkman, and C. Oliviero. 2019a. Disorders of parturition and the puerperium in the gilt and sow. In: Noakes D. E., T. Parkinson, G. C. W. England, editors. Veterinary reproduction and obstetrics. 10th ed. China: Elsevier, Veterinary reproduction and obstetrics; p. 315–325. doi: 10.1016/B978-0-7020-7233-8.00017-3

REFERENCES

1. Walls A, Hatze B, Lomax C, Bathgate R. Definition of “normal” childbirth in pigs. Animals. 2022; 12(20):2754. https://doi.org/10.3390/ani12202754
2. O. Peltonia., Oliviero K., Yu. J., Grahofer A. and Bjerkman S. Control methods for optimizing the delivery process in hyperproliferative sows. Journal of Animal Science. 2020; 98: S96-S106. doi.:10.1093/jas/skaa140
3. B. Kempa., Da Silva K. L. A., Together with N. M. Recent achievements in pig reproduction: emphasis on the influence of genetic selection on female fertility. Reproduction of pets. 2018; 53: 28-36. doi.:10.1111/rda.13264
4. Filatov, A.V. Minin A.V. The spread of inflammatory postpartum complications in highly productive sows. Zootechnical science in the context of modern challenges: Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Kirov, October 06-07, 2021. Kirov: Vyatka GATU; 2021. p. 147-149.

5. Ushakova, L. M. The effectiveness of Metamag-15 ® for the prevention and therapy of postpartum endometritis and Metamag mastitis syndrome in sows: specialty 06.02.06 "veterinary obstetrics and biotechnics of animal reproduction": dissertation for the degree of Candidate of Veterinary Sciences. Saratov, 2020. 162 p.
6. Medvedev G. F. , Mikulich E. L., Dolenkova A. G. The use of an antibacterial drug to increase the reproductive capacity of sows with pathology of childbirth and the postpartum period. Animal husbandry and veterinary medicine. 2013; 2: 44-48.
7. Mellagi, A. P. G.; Heim, G.; Bernardi, M. L.; Bortolozzo, F. P. I. Wentz, I. N. Characteristics and recommendations for the prevention of diseases included in the guidelines for obstetric intervention. The Countryside of Sciencia. 2009; 39:1478-1484. https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500027
8. S. Bjerkman., Oliviero K., Kauffold J., Together with N. M., Peltoniemi O. A. T. Prolonged labor and impaired placental discharge increase the risk of postpartum meningitis and delay uterine involution in sows. Theriogenologiya. 2018; 106: 87-92. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.10.003
9. Sobyanin et al. It is part of JSC "Production System". Veterinary clinic and systems of intensive care of diseases and relationships with patients in GOI. 2001; 8: 28-58.
10. KhlopitskyV.P. , Filatov A.V., Ushakova L.M., Azyamov M.A. Antimicrobial and uterotonic activity of the complex preparation Metramag ® -15 in postpartum and gynecological diseases of sows . Veterinary medicine. 2019;1: 10-16.
11. Olli Peltoni, Claudio Oliviero, Jinhen Yun, Alexander Grahofer, Stefan Bjerkman. Control methods for optimizing the delivery process in super-fertile sows, Journal of Animal Science, volume 98, supplement to the issue, August 2020: 96–106, https://doi.org/10.1093/jas/skaa140
12. Jackson P. D. The frequency of deaths in cases of dislocation in a sow. Vet Rec. 1975. 22; 97(21):411-2. doi: 10.1136/vr.97.21.411
13. Borges V.F., Bernardi M.L. F. Bortolozzo.P., Wentz I. Risk factors of stillbirth and fetal mummification in four Brazilian pig herds. This is reported by the publication VET Media. 2005; 70(3-4): 165-76. doi: 10.1016/j.prevetmed.2005.03.003
14. Van Dyck A.J., Van Rens B.T., Van der Lande T., Tavern. Factors affecting the duration of the displacing stage of labor and the intervals between labor affect a sow with uncomplicated spontaneous farrowing. Theriogenology. 2005; 164(7):1573-90. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.03.017
15. Khasanov, S., S. Yakutia, S. Junnikkala, T. Orro, O. A. T. Peltoniemi and S. Oliviero. The addition of a composition enriched with resinous acid to the diet in late pregnancy increases the content of immunoglobulin G in the colostrum of sows, the consumption of colostrum by piglets and improves the intestinal microflora of sows. Animal. 2018: 1-8. doi: 10.1017/S1751731118003518
16. Peltoniemi, O. A. T., S. Bjerkman and K. Oliviero. Disorders during childbirth and the postpartum period in mares and sows. In: Noakes D. E., Vol. Parkinson's, J. K. W. England, Ed. Veterinary reproduction and obstetrics. 10th ed. China: Elsevier, Veterinary Reproduction and Obstetrics. 2019: 315 -325. doi: 10.1016/B978-0-7020-7233-8.00017-3

УДК: 636.034:636.082
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.246

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА С РАЗЛИЧНЫМИ ГЕНОТИПАМИ ГЕНА ОСТЕОПОНТИН (*OPN)*

Гайнутдинова Э.Р.[1] – науч. сотр., асп. (ORCID 0000-0002-2970-1500), **Сафина Н.Ю.**[1 *] – к. биол. н., ст. науч. сотр. (ORCID 0000-0003-1184-3188), **Фаттахова З.Ф.** [2,3] – к. биол. н., мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-6083-2883), **Шакиров Ш.К.**[1] – д-р. с.-х. н., проф., гл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-3362-0463).

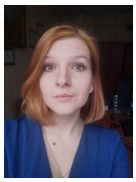
[1] Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН.
[2] Селекционно-семеноводческий центр СП ФИЦ КазНЦ РАН.
[3] ФГБОУ ВО Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана

*natysafina@gmail.com

Ключевые слова: *крупный рогатый скот, ген, аллель, ПЦР-ПДРФ, OPN, молочная продуктивность, жир, белок*
Key words: *cattle, gene, allele, PCR-RFLP, OPN, milk production, fat, protein*

**Статья подготовлена в рамках государственного задания: Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды. Номер регистрации: 122011800138-7.*

Поступила: 06.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ
Исследование проводили с целью изучения полиморфизма гена остеопонтин (*OPN*) и оценки показателей молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы с разными генотипами. Работа выполнена в СХПК «Племзавод им. Ленина» Атнинского района Республики Татарстана и лаборатории отдела физиологии, биохимии, генетики и питания животных ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН. Генотипирование осуществляли методом ПЦР-ПДРФ по локусу гена *OPN-Bse1 I*. Анализ генетической структуры показал, что исследуемая популяция полиморфна по гену *OPN*. Распределение аллелей и генотипов было следующим: С-0,432 и Т-0,568; СС – 14,3% (37 гол.), СТ – 57,8% (149 гол.) и ТТ – 27,9% (72 гол.). Наибольший удой за 305 дней лактации и высокий выход молочного белка отмечен у особей с генотипом СС. В ходе ДНК-тестирования 258 коров-первотелок голштинской породы методом ПЦР-ПДРФ полиморфизма гена остеопонтин (*OPN)* выявлено, что исследуемая популяция крупного рогатого скота полиморфна и представлена всеми аллелями и генотипами. По содержанию массовой доли жира и выходу молочного жира статистически значимое превосходство наблюдается у животных с гетерозиготным СТ-генотипом. Установлено, что аллель С оказывает положительное влияние на признаки молочной продуктивности и качественного состава молока.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Изучение локусов, влияющих на молочную продуктивность крупного рогатого скота, является одной из перспективных тем исследований в области животноводства. Многочисленные зарубежные и отечественные источники сообщают о значительном количестве геномных регионов и полиморфизмах генов-маркеров, напрямую или опосредованно связанных с производством молока и его качественными показателями [2, 3, 7].

Остеопонтин (OPN) представляет собой высоко фосфорилированный гликопротеин, содержащийся в тканях и молоке крупного рогатого скота [10]. Он кодируется геном *OPN*, который локализован на хромосоме 6 и состоит из 7 экзонов [9]. *OPN* играет важную роль в различных процессах, протекающих в организме, например, в клеточной активности и адгезии, хемотаксисе, инициации и поддержании беременности, а также в регуляции роста и развития плода [4].

A. Saleli и др. (2015) установлено, что остеопонтин связан с уровнем удоя крупного рогатого скота [7]. H. Khatib и др. (2007) исследовали ассоциацию генотипов гена *OPN* с уровнем лактации в популяциях голштинского скота и выявили, что в опытном поголовье коров аллель С положительно коррелирует с признаками молочной продуктивности [5].

Целью данного исследования являлось изучение влияния полиморфных вариантов гена остеопонтин (*OPN)* на показатели молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследование проводилось с использованием биологического материала, отобранного у 258 первотелок голштинской породы в СХПК «Племзавод им. Ленина» Атнинского района Республики Татарстан. Животные, участвующие в опыте, содержались в одинаковых условиях окружающей среды на стандартном рационе. Экстракцию ДНК из образцов цельной крови осуществляли при помощи готового набора «АмплиПрайм» ДНК-сорб-В (Некст Био, Россия), согласно инструкции изготовителя. Генотипирование по локусу гена *OPN-Bse1 I* проводили методом ПЦР-ПДРФ с последующей визуализацией фрагментов в агарозном геле в модернизированных температурно-временных условиях [1, 6]. Информация о молочной продуктивности коров получена из ИАС «СЕЛЭКС. Молочный скот» (АРМ «Плинор», Россия). Качественный состав молока оценивался на оборудовании MilkoScan 7 RM, CombiFoss™ 7, Fosssomatic™ 7 (FOSSHeadquartes, Дания) в АО ГПП «Элита» Высокогорского района РТ. Достоверность данных, полученных в ходе биометрического анализа, проверялась по критерию *t*-Стьюдента с использованием статистических формул.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В ходе опыта нами установлено, что исследуемая популяция коров голштинской породы полиморфна по гену *OPN* и представлена тремя генотипами: СС – 14,3%, СТ – 57,8% и ТТ – 27,9%. Распределение аллелей С и Т составило 0,432 и 0,568 соответственно [1].

Исследование взаимосвязи признаков молочной продуктивности и полиморфных вариантов гена *OPN* показало, что наибольший удой за первую лактацию получен от первотелок с генотипом СС. Обработанные данные приведены в таблице 1.

Статистически значимое превосходство по уровню удоя за первую стандартную лактацию (305 дней) отмечается между группами животных, имеющих генотипы СС и ТТ гена *OPN*, – 260,9 кг (3,7%; $p < 0,05$), а имеющих генотипы СС и СТ гена *OPN*, – 250,2 кг (2,9%; $p < 0,05$).

В молоке особей с генотипом СТ по гену *OPN* массовая доля жира была выше, чем у сверстниц иных генетических групп. Достоверные различия по этому показателю ($p < 0,05$) по сравнению с первотелами с генотипом СС составили 0,16 абс.%, а с ТТ – 0,15 абс.%.

По содержанию массовой доли белка наблюдается вариабельность в зависимо-

сти от генотипа (3,40–3,41 %), но носит характер тенденции без статистически значимого различия.

Наибольший выход молочного жира за лактацию получен у животных с генотипом CT, достоверная разница между группами с генотипами CT и CC составила 4,0 кг (1,63%; $p < 0,05$), а между животными с генотипами CT и TT-12,2 кг (4,96%; $p < 0,05$).

Максимальный выход молочного белка зафиксирован у коров с генотипом CC (241,4 кг). Другие исследователи так же отмечали высокий выход молочного белка у иранского голштинского крупного рогатого скота с генотипом CC гена OPN [7]. Ученые, изучавшие популяции североамериканской голштинской породы, сообщили о связи между полиморфизмом гена OPN и массовой долей белка молока [6, 9].

Коэффициент молочности, демонстрирующий какое количество молока произведено коровой на 1 кг живой массы, в зависимости от генотипа коров, находился на уровне 1326,3-1328,6 без статистически значимых различий.

По уровню коэффициента устойчивости лактации преимущество было у особей с генотипом CC. Наблюдаемое различие, по сравнению с первотелками с гетерозиготным генотипом CT, составило 1,7 ($p < 0,05$), а гомозиготным генотипом TT – 5,2 ($p < 0,05$).

Таблица 1

Влияние полиморфных вариантов гена остеопонтин (*OPN)* на показатели молочной продуктивности коров-первотелок

Показатели	Генотипы		
	CC (n = 37)	CT (n = 149)	TT (n = 72)
Удой за лактацию (305 дней), кг	7099,5±60,3*	6894,3±188,9	6838,6±117,1
Массовая доля жира, %	3,41±0,04	3,57±0,07*	3,42±0,03
Массовая доля белка, %	3,40±0,06	3,41±0,01	3,40±0,02
Выход молочного жира, кг	242,1±8,66	246,1±5,83*	233,9±2,16
Выход молочного белка, кг	241,4±8,22	235,1±3,83	232,5±4,70
Коэффициент молочности	1328,3±47,9	1328,6±20,2	1326,3±24,9
Коэффициент устойчивости лактации	101,1±1,9*	99,4±1,1	95,9±1,5

Примечание: * - $p < 0,05$

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В ходе ДНК-тестирования 258 коров-первотелок голштинской породы методом ПЦР-ПДРФ полиморфизма гена остеопонтин (*OPN)* выявлено, что исследуемая популяция крупного рогатого скота полиморфна и представлена всеми аллелями и генотипами. Анализ ассоциаций полиморфных вариантов гена *OPN* с экономически значимыми показателями установил, что аллель С оказывает положительное влияние на признаки молочной продуктивности и качественного состава молока.

DAIRY PRODUCTIVITY OF HOLSTEIN CATTLE WITH DIFFERENT GENOTYPES OF THE OSTEOPONTIN *(OPN)* GENE

Gaynutdinova E. R. – Researcher, Graduate student[1] (ORCID 0000-0002-2970-1500), **Safina N. Yu.** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher[1] (ORCID 0000-0003-1184-3188), **Fattakhova Z. F.** – Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher[2] (ORCID 0000-0002-6083-2883), **Shakrov Sh. K.** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher[1]

(ORCID 0000-0002-3362-0463).
[1] Tatar Scientific Research Institute of Agriculture "Kazan Scientific Center of Russia Academy of Sciences", Kazan, Russian Federation
[2] Selection and Seed Center structural subdivision of FRC Kazan Scientific Center of RAS
*natysafina@gmail.com

ABSTRACT

The study was conducted in order to study the polymorphism of the osteopontin gene (OPN) and to evaluate the indicators of milk productivity of Holstein first-calf cows with different genotypes. The work was carried out in the agricultural complex "Plemzavod im. Lenin" of the Atninsky district of the Republic of Tatarstan and the laboratory of the Department of Physiology, Biochemistry, Genetics and Animal Nutrition of the TatNIISKh FIT KAZNTS RAS. Genotyping was carried out by PCR-PDRF at the locus of the OPN-Bse1 I gene. The analysis of the genetic structure showed that the studied population is polymorphic by the OPN gene. The distribution of alleles and genotypes was as follows: C-0.432 and T-0.568; CC – 14.3% (37 goals), CT - 57.8% (149 goals) and TT - 27.9% (72 goals). The highest milk yield for 305 days of lactation and a high yield of milk protein was observed in individuals with the CC genotype. During DNA testing of 258 Holstein first-calf cows by PCR-PDRF of osteopontin gene polymorphism (OPN), it was revealed that the studied cattle population is polymorphic and is represented by all alleles and genotypes. According to the content of the mass fraction of fat and the yield of milk fat, a statistically significant superiority is observed in animals with a heterozygous CT genotype. It has been established that the C allele has a positive effect on the signs of milk productivity and the qualitative composition of milk.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гайнутдинова, Э.Р. Идентификация полиморфизма гена остеопонтин (OPN) в популяции голштинского крупного рогатого скота Республики Татарстан / Э.Р. Гайнутдинова, Н.Ю. Сафина, З.Ф.Фаттахова и др. // Journal of Agriculture and Environment. – 2022. – №7 (27) – С. 8. DOI: 10.23649/jae.2022.27.7.008
2. Гайнутдинова, Э.Р. Влияние полиморфизма гена лептина (LEP) на молочную и мясную продуктивность коров-первотелок голштинской породы / Э.Р. Гайнутдинова, Н.Ю. Сафина, Ш.К. Шакиров и др. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 245 (I). – С. 24–28. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-24-28
3. Рачкова, Е.Н. Наследуемость молочной продуктивности в зависимости от полиморфизма гена бета-лактоглобулина / Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2016. – Т. 226 (II). – С. 209–213.
4. Johnson, G.A. Osteopontin: roles in implantation and placentation / G.A. Johnson, R.C. Burghardt, F.W. Bazer et al. // Biol Reprod. – 2003. – Vol. 69(5). – P. 1458–1471. https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.020651
5. Khatib, H. The Association of Bovine PPARGC1A and OPN Genes with Milk Composition in Two Independent Holstein Cattle Populations / H. Khatib, I. Zaitoun, J. Wiebelhaus-Finger et al. // J Dairy Sci. – 2007. – Vol. 90. – P. 2966–2970. DOI:10.1186/1297-9686-36-2-163
6. Leonard, S. Effects of the Osteopontin Gene Variants on Milk Production Traits in Dairy Cattle / S. Leonard, H. Khatib, V. Schutzkus et al. // J.Dairy Sci. -2005. – Vol. 88(11). – P. 4083–4086. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73092-7.
7. Salehi, A. The Association of Bovine Osteopontin (OPN) Gene with Milk production Traits in Iranian Holstein Bulls / A. Salehi, K. Nasiri, M. Aminafshar et al. // Iran J Biotech. – 2015. – Vol. 13 (1): e1092. DOI:10.15171/ijb.1092
8. Schack, L. Considerable variation in the concentration of osteopontin in human milk, bovine milk, and infant formulas / L. Schack, A. Lange, J. Kelsen et al. //. Journal

of Dairy Science. – 2009. – Vol. 92(11): – P. 5378–5385. doi: 10.3168/jds.2009-2360
9. Schnabel, R.D. Fine-mapping milk production quantitative trait loci on BTA6: Analysis of the bovine osteopontin gene / R.D. Schnabel, J.J. Kim, M.S. Ashwell et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. – 2005. – Vol. 102(19). – P. 6896–6901. https://doi.org/10.1073/pnas.0502398102
10. Sodek, J. Osteopontin / J. Sodek, B. Ganss, M.D. McKe. et al. // Critical Reviews in Oral Biology and Medicine. – 2000. – Vol. 11(3). – P. 279–303. doi: 10.1177/10454411000110030101

REFERENCES

1. Gainutdinova ER, The identification of osteopontin gene polymorphism (OPN) in the population of holstein cattle of the Republic of Tatarstan/ ER Gainutdinova, NYu Safina, ZF Fattakhova [et.al.] [Journal of Agriculture and Environment]. 2022;7 (27):8.[In Russ.] DOI: 10.23649/jae.2022.27.7.008
2. Gainutdinova ER, Influence of leptin (LEP) gene polymorphism on dairy and meat productivity of holstein heifers / ER Gainutdinova, NYu Safina, ShK Shakirov [et.al.] [Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана].2021;245 (I):24–28. [In Russ.] DOI: 10.31588/2413-4201-1883-245-1-24-28
3. Rachkova EN, The heritability of milk productivity depending on polymorphism gene beta-lactoglobulin [Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана].2016; 226 (II):209–213. [In Russ.]
4. Johnson GA, Burghardt RC, Bazer FW, Osteopontin: roles in implantation and placentation. Biol Reprod. 2003; 69(5):1458–1471. https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.020651
5. Khatib H, Zaitoun I, Wiebelhaus-Finger J The Association of Bovine PPARGC1A and OPN Genes with Milk Composition in Two Independent Holstein Cattle Populations. J Dairy Sci. 2007; 90: 2966–2970. DOI:10.1186/1297-9686-36-2-163
6. Leonard S, Khatib H., Schutzkus V Effects of the Osteopontin Gene Variants on Milk Production Traits in Dairy Cattle. J.Dairy Sci.2005; 88(11):4083–4086. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73092-7.
7. Salehi A, Nasiri K, Aminafshar Salehi M The Association of Bovine Osteopontin (OPN) Gene with Milk production Traits in Iranian Holstein Bulls.Iran J Biotech. 2015; 13 (1). e1092. DOI:10.15171/ijb.1092
8. Schack L, Lange A, Kelsen J Considerable variation in the concentration of osteopontin in human milk, bovine milk, and infant formulas. Journal of Dairy Science. 2009. 92(11): 5378–5385. doi: 10.3168/jds.2009-2360
9. Schnabel RD, Kim JJ, Ashwell MS Fine-mapping milk production quantitative trait loci on BTA6: Analysis of the bovine osteopontin gene. Proc. Natl. Acad. Sci. 2005. 102(19):6896–6901. https://doi.org/10.1073/pnas.0502398102
10. Sodek J, Ganss B, McKe MD Osteopontin. Critical Reviews in Oral Biology and Medicine.2000. 11(3): 279–303. doi: 10.1177/10454411000110030101

УДК 636.2.034
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.251

КОНЦЕНТРАЦИЯ КИССПЕПТИНА, 17*β*-ЭСТРАДИОЛА, ПРОГЕСТЕРОНА И КОРТИЗОЛА В ПЕРВЫЙ ТРИМЕСТР СТЕЛЬНОСТИ КОРОВ

Ширяев Г.В.[1] * – канд. с.-х. н., **Притужалова А. О.**[1] – мл. науч. сотр., **Никитин Г.С.**[2] – канд. вет. н., **Ширяева Н. А.**[1], **Ларкина Т. А.**[1] – мл. науч. сотр.

[1]ВНИИГРЖ
[2] ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

* GS-2027@yandex.ru

Ключевые слова: *кисспептин, 17β-эстрадиол, прогестерон, кортизол, молочные коровы.*
Key words: *kisspeptin, 17β-estradiol, progesterone, cortisol, dairy cows.*
** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-76-10042, https://rscf.ru/project/21-76-10042*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

У клинически здоровых коров голштинской породы (n=25) изучена динамика гормонального обмена в первый триместр стельности коров. С этой целью у коров в сыворотке крови определяли концентрацию кисспептина, 17β-эстрадиола, прогестерона и кортизола. За животными вели регулярное наблюдение с проведением клинических и акушерско-гинекологических исследований. Уровень кисспептина в первый триместр стельности возрастал практически на протяжении всего рассматриваемого периода с понижением концентрации до 194,23±23,61 пг/мл на 98 день. Уровень эстрадиола на протяжении первого триместра возрастал с 49,66±9,68 до 76,20±17,84 пг/мл, соответственно, что также объясняется включением в его синтез и секрецию фетоплацентарного комплекса. Концентрация прогестерона и кортизола была в среднем на одном уровне. В ходе эксперимента из 25 животных у 14-ти на 30-ый день после осеменения зафиксирована эмбриональная гибель. Вследствие этого было сформировано две группы: 1-ая группа – животные с нормальным течением беременности и 2-ая группа с эмбриональной гибелью. Анализируя данные иммуноферментного анализа у животных 1-й группы, можно отметить снижение уровня кисспептина на 11% на 28-ой день в сравнении с 14-м днем после осеменения. При этом концентрация эстрадиола напротив повысилась на 29%. Во-второй группе напротив уровень кисспептина и эстрадиола не изменился и в среднем остались практически на одном уровне. На 28-й день после осеменения в первой группе концентрация кортизола была достоверно выше по сравнению со второй группой – 15,32±3,23 и 9,00±0,89 нмоль/л, соответственно. Данные по кисспептину и эстрадиолу не показали достоверных различий. Однако интерес представляет то, что в первой группе при повышении уровня эстрадиола происходит понижение уровня кисспептина. В частности, это согласуется с ранее проведенными исследованиями, согласно которым подобное взаимовлияние данных гормонов, может регулироваться высокой концентрацией прогестерона.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Снижение воспроизводительной способности высокопродуктивных молочных коров происходит по различным причинам, в том числе из-за нарушения функции яичников, ранней эмбриональной или фетальной смертности и ряда других [1]. Сложность определения точного времени эмбриональной смертности и нахождения ее истинных причин заставляет исследователей обращать внимание на большое количество биомаркеров. В качестве одного из таких биомаркеров может выступить кисспептин. У крупного рогатого скота ген *kiss1*, располагаясь на 16 хромосоме, кодирует прогормон в виде гидрофобного белка, состоящего из 135 аминокислотных остатков (а.о.). Далее этот прогормон гидролизуется в белок кисспептин 53 (КП-53). Большое количество исследований указывает на возможный дальнейший гидролиз КП-53 на короткие пептиды (КП-14, КП-13 и КП-10) по аналогии с другими млекопитающими. Все четыре формы пептида обладают аффинностью и эффективно связываются с рецепторами, обладая высокой устойчивостью у всех видов позвоночных [2].

За более чем 20 лет продемонстрирована роль кисспептина в качестве главного фактора инициации полового созревания, регуляции тонического и циклического высвобождения гонадотропин-рилизинг-гормона (ГнРГ), оказывающего существенное влияние на фертильность самок: секрецию гонадотропинов, начало стадии полового созревания, половую дифференциацию мозга, наступление овуляции и метаболическую регуляцию фертильности [3, 4].

В научной литературе имеется множество публикаций, раскрывающих физиологическую роль кисспептина в нейрогуморальном аспекте у различных видов диких и домашних животных [5]. Однако влияние и механизм действия кисспептина в ходе стельности крупного рогатого скота до сих пор неясны. Цель данной работы – изучение концентрации в крови кисспептина, 17*β*-эстрадиола, прогестерона и кортизола в первый триместр стельности молочных коров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования проведены в племенном хозяйстве Ленинградской области. Объект изучения – коровы голштинской породы (*n*=25) без клинических признаков заболеваний, со средним уровнем продуктивности за предыдущую лактацию около 11 тыс. кг молока. Условия их содержания и кормления соответствовали зооветеринарным требованиям. Все животные были плодотворно осеменены на 84-89 день после отела ректо-цервикальным способом. Они находились под постоянным наблюдением в течение 100 дней стельности, но на 14, 28, 42, 56, 70, 84 и 98 день опыта проводили более детальное обследование с отбором проб крови. На 30 день после осеменения у 14 коров констатировали эмбриональную смертность. На основании ретроспективного анализа беременности были сформированы две опытные группы: №1(n=11) – коровы с физиологическим течением беременности, №2 (14) – животные, у которых произошла гибель плода (эмбриональны сметрность).

Клиническое обследование коров проводили по общепринятой схеме утром за 1-2 часа до кормления. При этом из хвостовой вены в вакуумные пробирки отбирали пробы крови, которые сразу центрифугировали (3000 об/мин), а полученную сыворотку крови замораживали и хранили при -75°С.

С помощью наборов для иммуноферментного анализа в крови определяли содержание кисспептина (*Cloud-Clone Corp*, КНР), прогестерона и эстрадиола («Алкор-Био», Россия). Исследования проводили на микропланшетном ридере *Infinite F50* (Австрия).

Для сбора зооветеринарной информации, характеризующей молочную продуктивность и воспроизводительные качества животных, использованы племенные карточки, журналы амбулаторные и искусственного осеменения.

Полученные данные обрабатывали с помощью программы *IBM SPSS Statistics*

V26 (США) с применением непараметрического метода Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В период период первого триместра физиологической стельности у коров наблюдаются значительные изменения в крови уровней гормонов, в первую очередь стероидных, ведущую роль среди которых в течение всего периода внутриутробного развития плода играют вырабатываемые яичниками, надпочечниками и фетоплацентарным комплексом эстрадиол, прогестерон и кортизол [6]. При этом в ходе развития плаценты как показано на других видах животных происходит повышение уровня кисспептина, выполняющего различные функции, связанные с формированием у плода различных тканей и иммунокоррекцией [7].

Динамика кисспептина и стероидных гормонов представлена в таблице 1, рис. 1, 2.

Таблица 1

Изменение уровня кисспептина, эстрадиола, прогестерона и кортизола в первый триместр стельности у коров и коров-первотелок, n=11

День стельности	Концентрация			
	Кисспептин, пг/мл	Эстрадиол, пг/мл	Прогестерон, нмоль/л	Кортизол, нмоль/л
14	230,57±18,27	49,66±9,68	35,17±4,27	16,42±6,96
28	204,94±38,27	70,26±14,48	26,47±1,11	15,32±3,23
42	253,55±6,67	65,21±19,40	33,52±1,91	13,77±1,65
56	246,86±27,38	65,29±24,51	36,06±5,67	11,75±2,61
70	263±6,41	71,50±23,90	29,00±2,26	19,63±8,65
84	277,4±7,97	73,20±20,95	29,48±2,79	15,68±2,58
98	194,23±23,61	76,20±17,84	30,29±3,00	14,29±5,09

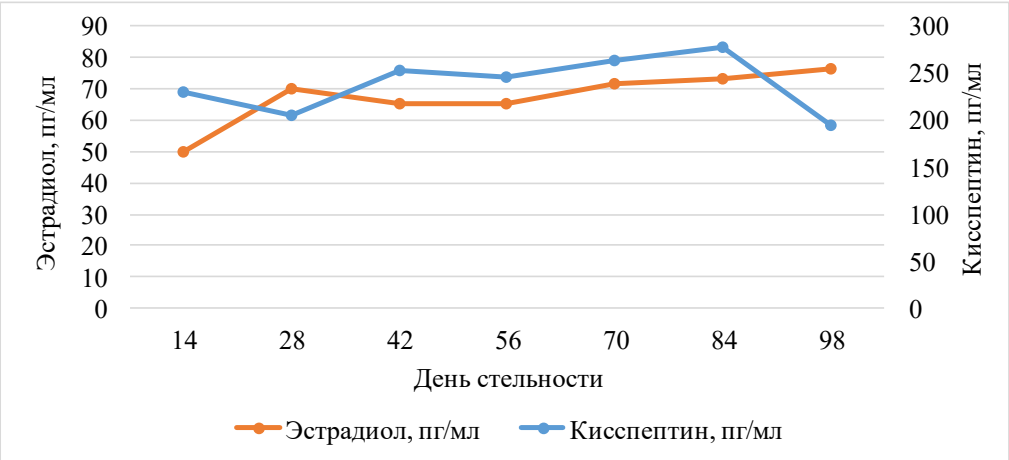


Рис. 1 – Динамика кисспептина и эстрадиола в первый триместр стельности молочных коров

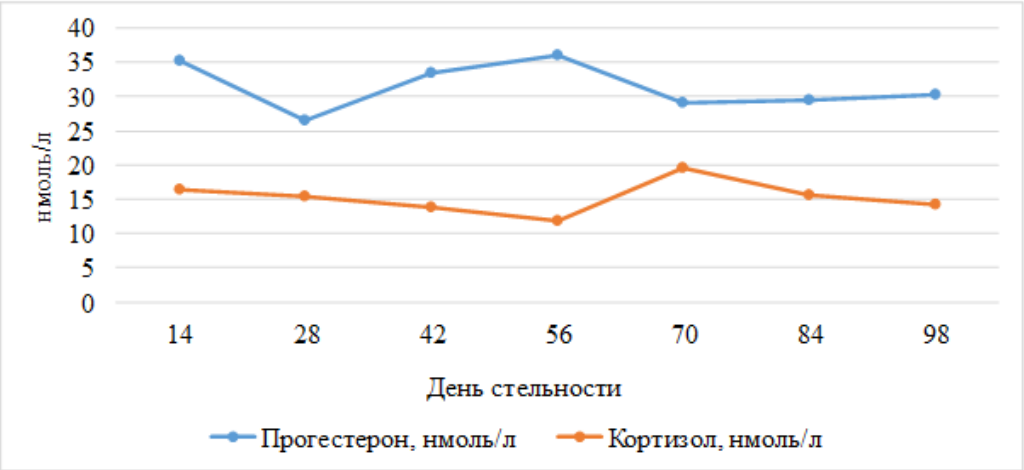


Рис. 2 – Динамика прогестерона и кортизола в первый триместр стельности молочных коров

Таблица 2

Концентрация кисспептина, 17β-эстрадиола, прогестерона и кортизола

Гормон	Группа 1		Группа 2 (эмбриональная смерть)	
	14 день после осеменения	28 день после осеменения	14 день после осеменения	28 день после осеменения
Кисспептин, пг/мл	230,57±18,27	204,94±38,27	245,84±12,92	245,29±9,31
Эстрадиол, пг/мл	49,66±9,68	70,26±14,48	60,37±16,26	61,71±14,23
Прогестерон, нмоль/л	35,17±4,27[a]	26,47±1,11	17,50±2,09[a]	23,97±4,72
Кортизол, нмоль/л	16,42±6,96	15,32±3,23[a]	20,45±4,27	9,00±0,89[a]

Примечание: [a] P≤0,05.

Уровень кисспептина в период от 14 до 84 дня стельности увеличился на 20,3%, но в последующие 14 дней он снизился на 30,0%. Постепенное повышение кисспептина объяснимо развитием плаценты, которая вносит свой вклад в синтез и секрецию кисспептина [*Tena-Sempere M. Review GPR54 and kisspeptin in reproduction. Hum. Reprod. Update. 2006; 12(5): 631–9.*], однако понижение концентрации гормона требует дальнейших исследований.

Уровень эстрадиола на протяжении первого триместра увеличился на 53,4%, что также объясняется включением в его синтез и секрецию фетоплацентарного комплекса. Уровень прогестерона и кортизола был в среднем на одном уровне.

В таблице №2 представлены результаты анализа гормонального профиля коров с физиологической беременностью и, у которых отмечена гибель эмбриона. Выявлено, что в норме в период от 14 до 28 дня беременности уровень кисспептина снизился на 11,0%, в то время при патологии – достоверно не изменился.

Уровень прогестерона в первой группе на 14-й день после осеменения в первой группе достоверно оказался на 50,2% выше, чем у коров, у которых в дальнейшем произойдет эмбриональная смертность. В последующие 14 дней отмечен разнонаправленный тренд данного показателя. При физиологической беременности наблюдается его уменьшение (на 24,7%), но при патологии – увеличение (на 37,0%).

Интересные данные получены по кортизолу. Вырабатываемый корой надпочечников кортизол стимулирует глюконеогенез в печени и запасание в ней гликогена, катаболизм белков в периферических тканях, при этом снижает в них утилизацию глюкозы. Гормон способствует мобилизации жирных кислот и росту содержания липидов в печени, экскреции калия, кальция, креатинина, задержке натрия и хлора [8]. Наши исследования показали, что на 14 день беременности отмечена не достоверная тенденция к увеличению (на 24,5%) кортизола у животных, у которых прервется беременность, но через 14 дней у них отмечено существенное его увеличение до уровня превышающий показатели в сопоставимой группе на 41,3%.

Данные по кисспептину и эстрадиолу не показали достоверных различий. Однако интерес представляет то, что в первой группе при повышении уровня эстрадиола происходит понижение уровня кисспептина. В частности, это согласуется с ранее проведенными исследованиями, согласно которым подобное взаимовлияние данных гормонов, может регулироваться высокой концентрацией прогестерона [9].

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

В ходе исследований у коров голштинской породы изучена динамика гормонального обмена в первый триместр стельности коров. Концентрация кисспептина в первый триместр стельности возрастала на протяжении всего рассматриваемого периода с понижением концентрации на 98-ой день. Концентрация эстрадиола на протяжении первого триместра возрастала. Концентрация прогестерона и кортизола была в среднем на одном уровне. У животных, у которых на 30-ый день была зафиксирована эмбриональная смертность, уровни кисспептина и эстрадиола не изменялись и в среднем оставались практически на одном уровне. У животных с нормальным течением стельности к 28 дню происходило снижение концентрации кисспептина, при одновременном повышении уровня эстрадиола. В сравнении с группой без эмбриональной смертности концентрация кортизола была достоверно ниже, что может свидетельствовать о снижении небходимости мобилизации организма к последующему развитию плода.

Данные об уровне гормонов в крови могут быть использованы для оценки функционального состояния эндокринной системы с целью сохранения здоровья коров и их потомства, а также коррекции условий содержания и эксплуатации.

THE CONCENTRATION OF KISSPEPTIN, 17B-ESTRADIOL AND PROGESTERONE IN THE LUTEAL PHASE OF THE ESTROUS CYCLE OF A COW DUE TO REPRODUCTIVE INDICATORS

Shiryaev G.V.[1] – Candidate of Agricultural Sciences, **Prituzhalova A. O.**[1] – ml.scientific.collaborator, **Nikitin G.S.**[2] – Candidate of Vet. n., **Shiryaeva N. A.**[1], **Larkina T. A.**[1] – ml.scientific.co-worker.

[1] *RRIFAGB*

[2] St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

***** GS-2027@yandex.ru

ABSTRACT

In clinically healthy Holstein cows (n=25), the dynamics of hormonal metabolism in the first trimester of cow pregnancy was studied. For this purpose, the concentration of kisspeptin, 17β-estradiol, progesterone and cortisol was determined in the blood serum of cows. The animals were regularly monitored with clinical and obstetric-gynecological studies. The level of kisspeptin in the first trimester of pregnancy increased almost throughout the entire period

under consideration with a decrease in concentration to 194.23±23.61 pg/ml on day 98. The level of estradiol during the first trimester increased from 49.66±9.68 to 76.20±17.84 pg/ml, respectively, which is also explained by the inclusion of the fetoplacental complex in its synthesis and secretion. Progesterone and cortisol levels were on average at the same level. During the experiment, out of 25 animals, embryonic death was recorded in 14 on the 30th day after insemination. As a result, two groups were formed: the 1st group - animals with a normal course of pregnancy and the 2nd group with embryonic death. Analyzing the data of enzyme immunoassay in animals of the 1st group, one can note a decrease in the level of kisspeptin by 11% on the 28th day compared to the 14th day after insemination. At the same time, the concentration of estradiol, on the contrary, increased by 29%. In the second group, on the contrary, the level of kisspeptin and estradiol did not change and, on average, remained almost at the same level. On the 28th day after insemination in the first group, the cortisol concentration was significantly higher compared to the second group - 15.32±3.23 and 9.00±0.89 nmol/l, respectively. Data for kisspeptin and estradiol showed no significant differences. However, it is of interest that in the first group, with an increase in the level of estradiol, a decrease in the level of kisspeptin occurs. In particular, this is consistent with previous studies, according to which such an interaction of these hormones can be regulated by a high concentration of progesterone.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Соломахин А. А. Обмен веществ и гормональный статус в первый триместр лактации у коров-первотелок при длительном бесплодии / А. А. Соломахин, О. С. Митяшова, И. В. Гусев, И. Ю. Лебедева // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 10. – С. 105-108.

2. Tomikawa, J. Molecular characterization and estrogen regulation of hypothalamic KISS1 gene in the pig / J. Tomikawa, T. Homma, S. Tajima, T. Shibata, Y. Inamoto, K. Takase, N. Inoue, S. Ohkura, Y. Uenoyama, K.-I. Maeda, H. Tsukamura // Biology of Reproduction. – 2010. – № 82 (2). – Pp. 313-319. DOI: 10.1095/biolreprod.109.079863.

3. Hu, K.-L. Kisspeptin/Kisspeptin Receptor System in the Ovary / K.-L. Hu, H. Zhao, H. -M. Chang, Y. Yu, J. Qiao // Frontiers in Endocrinology. – 2018. – No. 8. – 365 p. DOI: 10.3389/fendo.2017.00365.

4. Prashar, V. Hypothalamic kisspeptin neurons: integral elements of the GnRH system / V. Prashar, T. Arora, R. Singh, A. Sharma, J. Parkash // Reprod Sci. – 2023. – No. 30 (3). – Pp. 802-822. DOI: 10.1007/s43032-022-01027-5.

5. Caraty, A. Kisspeptins and the reproductive axis: potential applications to manage reproduction in farm animals / A. Caraty, C. Decourt, C. Briant, M. Beltramo // Domestic Animal Endocrinology. – 2012. – No. 43 (2). – Pp. 95-102. DOI: 10.1016/j.domaniend.2012.03.002.

6. Shenavai S. Investigations into the mechanisms controlling parturition in cattle / S. Shenavai, S. Preissing, B. Hoffmann et. al // Reproduction. – 2012. – № 144(2). – Pp. 279–292. DOI: 10.1530/rep-11-0471.

7. Горбунова О. Л. Роль кисспептина в формировании иммунологической толерантности при беременности / О. Л. Горбунова, С. В. Ширшев // Доклады Академии наук. – 2014. – Т. 457. – № 4. – С. 494.

8. Фирсов Г. М. Метаболические изменения в организме коров больных метритом в ранний послеродовой период / Г. М. Фирсов, Н. В. Родин, А. С. Рыхлов, В. С. Авдеенко, В. Т. Ахмадов // Генетика и разведение животных. – 2021. – № 2. – С. 16-21.

9. Ширяев Г. В. Концентрация кисспептина, 170-эстрадиола и прогестерона в лютеиновую фазу эстрального цикла в связи с репродуктивными показателями коровы / Г. В. Ширяев, А. О. Притужалова, Г. С. Никитин, Н. А. Ширяева, Т. А. Ларкина // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 2. – С. 51-54.

REFERENCES

1. Solomakhin A. A. Metabolism and hor-

monal status in the first trimester of lactation in first-calf heifers with prolonged infertility / A. A. Solomakhin, O. S. Mityashova, I. V. Gusev, I. Yu. Lebedeva // Achievements science and technology agro-industrial complex. – 2016. – Vol. 30. – No. 10. – P. 105-108.
2. Tomikawa, J. Molecular characterization and estrogen regulation of hypothalamic KISS1 gene in the pig / J. Tomikawa, T. Homma, S. Tajima, T. Shibata, Y. Inamoto, K. Takase, N. Inoue, S. Ohkura, Y. Uenoyama, K.-I. Maeda, H. Tsukamura // Biology of Reproduction. – 2010. – № 82 (2). – Pp. 313-319. DOI: 10.1095/biolreprod.109.079863.
3. Hu, K.-L. Kisspeptin/Kisspeptin Receptor System in the Ovary / K.-L. Hu, H. Zhao, H. -M. Chang, Y. Yu, J. Qiao // Frontiers in Endocrinology. – 2018. – No. 8. – 365 p. DOI: 10.3389/fendo.2017.00365.
4. Prashar, V. Hypothalamic kisspeptin neurons: integral elements of the GnRH system / V. Prashar, T. Arora, R. Singh, A. Sharma, J. Parkash // Reprod Sci. – 2023. – No. 30 (3). – Pp. 802-822. DOI: 10.1007/s43032-022-01027-5.
5. Caraty, A. Kisspeptins and the reproductive axis: potential applications to manage reproduction in farm animals / A. Caraty, C. Decourt, C. Briant, M. Beltramo // Domestic Animal Endocrinology. – 2012. – No. 43 (2). – Pp. 95-102. DOI: 10.1016/j.domaniend.2012.03.002.
6. Shenavai S. Investigations into the mechanisms controlling parturition in cattle / S. Shenavai, S. Preissing, B. Hoffmann et. al // Reproduction. – 2012. – № 144(2). – P. 279 –292. DOI:10.1530/rep-11-0471.
7. Gorbunova O. L. The role of kisspeptin in the formation of immunological tolerance during pregnancy / O. L. Gorbunova, S. V. Shirshev // Reports of the Academy of Sciences. – 2014. – Vol. 457. – No. 4. – Pp. 494.
8. Firsov G. M. Metabolic changes in the body of cows with metrite in the early postpartum period / G. M. Firsov, N.V. Rodin, A. S. Rykhlov, V. S. Avdeenko, V. T. Akhmadov // Genetics and animal breeding. – 2021. – No. 2. – P. 16-21.
9. Shiryaev G. V., Prituzhalova A. O., Nikitin G. S., Shiryaeva N. A. Concentration of kisspeptin, 170-estradiol and progesterone in the luteal phase of the estrous cycle in connection with the reproductive performance of the cow., T. A. Larkina // Dairy and meat cattle breeding. – 2023. – No. 2. – P. 51-54.

УДК: 686.082
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.258

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КРИОЗАЩИТНЫХ РАЗБАВИТЕЛЕЙ ДЛЯ СЕМЕНИ ПЕТУХОВ

Силюкова Ю.Л.* – мл. науч. сотр. лаборатории генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных птиц, **Станишевская О.И.** – д-р биол. н., гл. науч. сотр., зав. лабораторией генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных птиц.

*svadim33@mail.ru

ВНИИГРЖ – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста».

Ключевые слова: *криоконсервация, сперма, петухи, фертильность, разбавитель для семени, трегалоза.*
Key words: *cryopreservation, sperm, roosters, fertility, semen extender, trehalose.*

Настоящее исследование проведено при поддержке Российского научного Фонда проект № 19-16-00009П.

Поступила: 15.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Сохранение и использование заморожено/оттаянных сперматозоидов петухов важно для поддержания биоразнообразия сельскохозяйственных птиц и в перспективе будет играть важную роль в селекции, что даст большую гибкость в программах разведения. Такое использование оттаянного семени целесообразно только при высоком уровне его оплодотворяющей способности. Трегалоза является перспективным природным компонентом в составе криозащитных сред для семени петухов за счет ее исключительной способности нейтрализации холодового стресса. Целью исследования было определить эффективность использования трегалозы в составе криозащтного разбавителя семени петухов на базе Ленинградской криозащитной среды (ЛКС-контроль). Представлена среды ЛКС-Т20 с добавлением трегалозы в концентрации 9,5 mM. Показатели подвижности семени после размораживания (♂ красный род-айланд, n=10) в зависимости от состава среды значимо не различались. Достоверные различия ($p < 0,05$) были получены по показателю оплодотворенности яиц: 86,0% при использовании среды ЛКС-Т20 и 79,0% – ЛКС-контроль и по оценке состояния вителлиновой мембраны желтка яиц ($p < 0,001$). Показатель оплодотворенности яиц на приемлемом для оттаянного семени уровне 50% сохранялся до 10 дня (20 день сбора яиц) от последнего осеменения при использовании среды ЛКС-Т20. Функциональная полноценность оттаянных сперматозоидов сохранялась в течение 15 дней (25й день сбора яиц) от последнего осеменения при использовании разбавителя ЛКС-Т20– оплодотворенность яиц 15,0%, количество взаимодействий сперматозоидов при оценке состояния вителлиновой мембраны желтка яиц в области бластодиска составило 345,2 шт/см^2. При использовании разбавителя ЛКС-контроль – функциональная способность оттаянных сперматозоидов в те же контрольные периоды отсутствовала. Полученный высокий уровень оплодотворенности яиц при включении трегалозы в состав криозащитного разбавителя в сочетании с методом замораживания семени петухов в гранулах подтверждает целесообразность внедрения разбавителя ЛКС-Т20 в технологию сохранения генетического разнообразия локальных и аборигенных пород кур методами in vitro.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Методы криоконсервации семени открывают возможности для сохранения и использования локальных и аборигенных пород, аллельного разнообразия животных способами, которые были невозможны в прошлом, когда сохранение *in vivo* было единственным доступным.

Опубликовано большое число результатов исследований по определению технологических протоколов криоконсервации семени петухов, позволяющих максимально предотвратить повреждения репродуктивных клеток и сохранить их фертильность. Проблемы, с которыми сталкиваются исследователи заключаются в совершенствовании методов и приемов криоконсервации семени петухов, отражены во многих публикациях, посвященных этой тематике [1,2]. К ним относятся: значимое снижение оплодотворяющей способности заморожено/оттаянного семени, что вызвано следующими факторами: повреждение плазматических мембран сперматозоидов, фрагментацией хроматина и снижением процента сперматозоидов с общей и прогрессивной подвижностью. Однако, в литературе есть примеры исследований с удовлетворительными показателями по проценту подвижности заморожено/оттаянных сперматозоидов, что как следствие, отражалось на фертильности семени. В зависимости от использованных протоколов криоконсервации (витрификация или поэтапное замораживание), индивидуальных различий и породной принадлежности петухов, результаты оплодотворенности яиц демонстрируют большую изменчивость и составляют от 2,0 до 85,0% [3-7]. Средний показатель оплодотворенности яиц, по литературным данным, составляет порядка 30% [8]. Результаты последних исследований Станишевской и др. [23] показали возможность достичь стабильного показателя оплодотворенности яиц, полученных при использовании оттаянного семени петухов на уровне до 65%. Основным направлением исследований является совершенствование состава среды для замораживания семени петухов, что позволит предупреждать необратимые изменения клеточных структур и гибель сперматозоидов при замораживании и оттаивании [10]. По мнению Thananurak [11], сбалансированная среда для криоконсервации имеет ключевое значение для сохранения функциональной полноценности сперматозоидов после оттаивания.

Некоторые дисахариды, особенно трегалоза и сахароза, во многих исследования используются в составах сред для замораживания семени петухов, как криопротекторы, обладающие исключительной способностью нейтрализации холодового стресса [12,13]. Известно, что значительное количество трегалозы накапливается в микроорганизмах и противодействует температурным стрессам [14] регулирует осмотические нагрузки на клеточные оболочки. По литературным данным, трегалоза повышает стабильность и агрегация макромолекул, способна защищать сложные молекулярные единицы плазмалеммы от денатурирующих стрессов [15,16], формирует стабильную стекловидную матрицу кристаллов льда внутри клетки с чрезвычайно низкой молекулярной подвижностью во время низкотемпературного стресса, что снижает их повреждающую характеристику [17]. Дисахарид трегалоза способна стабилизировать липидные компоненты мембран, в частности переключение липидов липидного бислоя [18,19]. Свойства трегалозы были учтены при включении ее в состав криопротекторной среды, при использовании разбавителя Лейка для семени петухов [20,21] в качестве базового состава, но достичь уверенных результатов по оплодотворяющей способности оттаянного семени не удалось. Целью данного исследования было определить эффективность использования трегалозы в составе среды для криоконсервации семени петухов на основе российской разработки – Ленинградская криозащитная среда (ЛКС) [22].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Содержание поголовья кур и получение семени петухов. В эксперименте ис-

пользовано поголовье кур и петухов породы красный род-айланд (♂ n=5 ♀n=45), в возрасте 32 нед. жизни (ЦКП «Генетическая коллекция редких пород кур» ВНИИГРЖ). Экспериментальное поголовье содержалось в условиях, соответствующим требованиям стандартных операционных процедур (ВНИИГРЖ). Сперму получали 2 раза в неделю методом абдоминального массажа [23] (Burrows and Quinn 1935) в стеклянные емкости V=10 мл. Каждый полученный эякулят оценивался индивидуально по макроскопическим и первичным микроскопическим показателям в производственных условиях (микроскоп Микромед МС-12, Россия), увеличение х200. Критерии отбора семени: объем 0,2-1,2 мл; концентрация сперматозоидов ≥3,1 млрд/мл (фотометр Accuread, IMV Technologies, UK); общая подвижность 80,0-85,0% (Микромед МС-12, Россия) и агглюцинация составляла не более 10,0%. Для устранения индивидуальных различий образцы спермы объединяли и разделяли на три части в соответствии с планом эксперимента.

Процедура замораживания и оттаивания семени. Для замораживания семени использовали базовый состав криозащитной среды ЛКС (контроль) [21], состав экспериментального разбавителя ЛКС-Т20 был рассчитан при частичном изменения соотношения сахаридов в базовом разбавителе: фруктоза (0,64г) / трегалоза (0,326г (9,5mM)). Образцы спермы, разведенные в соотношении 1:1, эквилибрировали от 18ºС до 5ºС в течение 40 минут. Вносили криопротектор диметилацетамид (DMA, Sigma Aldrich, США) 6% от общего объема. Замораживали в гранулах: набирали в пипетку Пастера небольшой объем семени и мелкими каплями погружали его в жидкий азот. Размораживание гранул производили на щелевом оттаивателе при t 60°С (Авторское свидетельство ВНИИГРЖ, 1989) [21].

Оценка подвижности нативного и замороженно/оттаянного семени. Анализ параметров движения сперматозоидов с помощью системы CASA (АргусСофт, Россия; Motic BA410E, Китай), для каждого образца в двух повторностях при увеличении х200.

Искусственное осеменение кур. Осеменение виргинных кур (32 нед. жизни, по 15 кур в каждой группе) проводили два дня подряд, доза осеменения составляла 40-70 мкл оттаянного семени (70-80 млн. подвижных сперматозоидов), а затем через 2 дня, всего 5 осеменений [23]. Режим осеменения с 14:00 до 16:00 часов. Сбор яиц для инкубации осуществляли через день после 1го осеменения ежедневно в течение 9 дней и на 15, 20, 25 день опыта. Яйца инкубировали 144 часа для оценки оплодотворенности (n=400 шт.).

Метод оценки фертильности оттаянных сперматозоидов в половых путях курицы. Для оценки оплодотворяющей способности сперматозоидов в половых путях кур использовался метод Bakst [24], предусматривающий использование вителлиновой мембраны желтка яиц. Оценку проводили на 5й, 10й, 15й день от последнего осеменения. Вкратце, желтки отделяли от белка, область бластодиска фиксировали с помощью кольца из фильтровальной бумаги и обрезали. Отделенную мембрану отмывали в охлажденным растворе NaCl (0,9%) и переносили на предметное стекло. Препарат окрашивали по протоколу: для фиксации использовали 30 мкл 10% спиртового раствора формалина на каждый препарат. Через 15-20 секунд формалин удаляли и окрашивали реагентом Шиффа ~ 30-40 мкл. Дожидались появления пурпурного оттенка (~30с) и отмывали дистиллированной водой. Сушили на воздухе 5 минут. Препараты оценивали на микроскопе Axio Imager (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Германия) в темном поле при увеличении х200 и подсчитывали количество точек взаимодействия сперматозоидов с вителлиновой мембраной (размер оцениваемого препарата составлял 10мм^{x}10мм).

Статистический анализ. Для статистической обработки данных использовали программные приложения MS Excel (США). Данные представляли в виде

M±SE. Различия между выборками оценивали по U-критерию Манна-Уитни и t-критерию Стьюдента,

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Средний объем, полученного семени от каждого петуха составлял 0,2± 0,06 мл, концентрация сперматозоидов в эякулятах 3,11±0,78 млрд/мл, что соответствует ГОСТ 27267-2017 «Средства воспроизводства. Сперма петухов и индюков неразбавленная свежеполученная».

Использование трегалозы в среде для разбавления семени не показала значимого влияния на общую подвижность сперматозоидов после эквилибрации, и средний показатель общей подвижности нативного семени составил 85,0%. Значение показателя общей подвижности замороженно/оттаянного семени было снижено до уровня 48,0-50,0% (таблица 1), и различия также не были значимыми.

Результаты искусственного осеменения кур от использования оттаянного семени учитывали за каждый день сбора яиц (рис. 1). Показатели оплодотворенности яиц при использовании ЛКС-Т20 значительно превышали показатели в контроле и отличались высокой стабильностью: в среднем 86,0% (ЛКС-Т20), против 79,0% (ЛКС-контроль) (p <0,05).

В ходе исследования было отмечено значительное увеличение сроков функциональной полноценности сперматозоидов в половых путях кур при использовании разработанной среды ЛКС-Т20. Показатель функциональной активности сперматозоидов на 10-й день от последнего осеменения (20-й день сбора яиц) оплодотворенность яиц оставалась на удовлетворительном уровне 50,0%, против 20% при использовании среды ЛКС-контроль. Для подтверждения полученных результатов по оплодотворенности яиц проведена оценка состояния вителлиновой мембраны желтка яиц на взаимодействие со сперматозоидами (табл. 2).

Таблица 1

Показатели общей подвижности семени петухов (%) в зависимости от используемого разбавителя для криоконсервации.

Семя	Общая подвижность сперматозоидов, %	
	ЛКС-контроль	ЛКС-Т20
нативное	85,0±3,3	85,0±2,9
замороженое/оттаянное	48,0±7,5	50,0±4,5

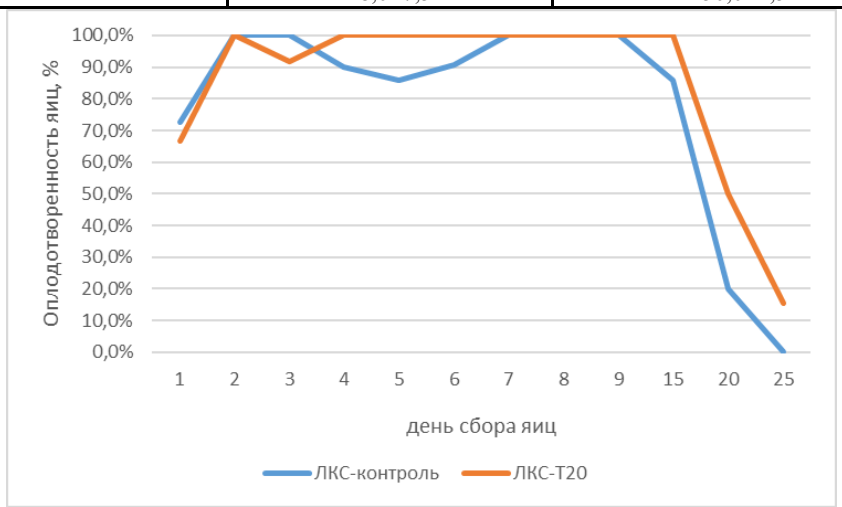


Рис. 1. Показатели оплодотворенности яиц (%) при искусственном осеменении кур замороженно/оттаянным семенем петухов, в зависимости от состава разбавителя.

Таблица 2

Число точек взаимодействия сперматозоидов замороженно/оттаянного семени с вителлиновой мембраной яйцеклетки курицы *in vivo* в зависимости от состава разбавителя с учетом сроков их переживаемости в половых путях курицы (в каждой группе оценено по 9 яиц в каждый день сбора)

День сбора яиц от последнего осеменения	ЛКС-контроль	ЛКС-Т20
	Число точек взаимодействия, шт./см^2	
5-й	13,7±2,7 [a]	461,5±11,5 [b]
10-й	14,9±3,5 [a]	319,3±12,9 [b]
15-й	отсутствуют	345,2±11,1

[ab] $p < 0,001$

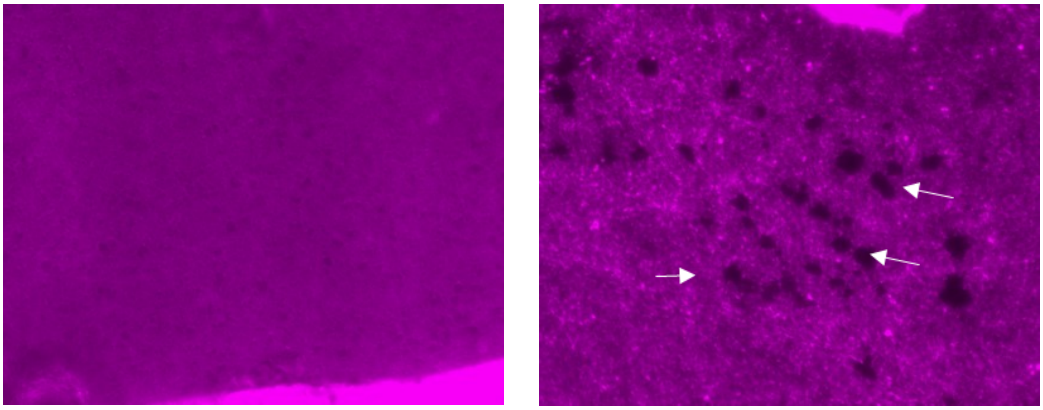


Рис. 2 – Фрагмент поля зрения микроскопического препарата вителлиновой мембраны желтка с отображением взаимодействия со сперматозоидами (стрелка) 15-й день после осеменения (25й день сбора яиц) (увеличение х200); а – ЛКС-контроль; б – ЛКС-Т20

Было установлено, что функциональные характеристики оттаянных сперматозоидов и их сохранность в половом тракте кур значимо различались под влиянием состава криозащитной среды: число взаимодействий сперматозоидов с вителлиновой мембраной в расчете на 1см^2 на 5й день (15й день сбора яиц) от последнего осеменения составило 13,7 шт./см^2 (ЛКС-контроль) и 461,5 шт./см^2 (ЛКС-Т20). Особо отмечено, что на 15й от последнего осеменения (25й день сбора яиц) при использовании среды ЛКС-контроль точки взаимодействия с вителлиновой мембраной желтка не наблюдались, а при использовании ЛКС-Т20 их количество составило 345,2 шт./см^2 ($p < 0,001$).

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Результаты, проведенных исследований доказали эффективность использования дисахарида трегалозы в качестве компонента криозащитного разбавителя для семени петухов. Использование трегалозы в концентрации 9,5 mM позволило получить показатель оплодотворенности яиц 86,0% против 79,0% в контроле ($p < 0,05$). Функциональная полноценность оттаянных сперматозоидов в половом тракте кур при использовании ЛКС-Т20 сохраняется в течение 15 дней – оплодотворенность яиц 15,0%. Для сравнения: при использовании ЛКС-контроль – оплодотворенных яиц в опыте не зарегистрировано. Показатель оплодотворенности яиц на приемлемом для оттаянного семени уровне 50% сохранялся до 10-го дня (20-й день сбора яиц) от последнего осеменения при использовании среды ЛКС-

Т20. Таким образом, использование трегалозы в составе криозащитного разбавителя ЛКС-Т20 позволяет поддерживать функциональные характеристики оттаянных сперматозоидов в половом тракте кур в течение 2-х недель от последнего осеменения.

Полученный высокий уровень оплодотворенности яиц при использовании трегалозы в составе разбавителя для криоконсервации семени петухов в сочетании с методом криоконсервации в гранулах, подтверждает целесообразность использования трегалозы. Разрабатываемая технология сохранения репродуктивного материала на домашнем виде птиц *Gallus gallus* может, вероятно, успешно применяться и при сохранении диких видов, находящихся в зоне риска исчезновения.

COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF CRYOPROTECTIVE MEDIA FOR ROOSTER SEMEN

Silyukova Y.L. – Junior Researcher, Laboratory of Genetics, Breeding and Conservation of the Genetic Resources of Farm Birds; **Stanishevskaya O.I.** – Dr. Habil (Biol. Sci.), Head of tha laboratory of genetics, breeding and conservation of poultry genetic resources.

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry

*svadim33@mail.ru

This research was carried out with the support of the Russian Science Foundation, project No. 19-16-00009P.

ABSTRACT

The preservation and use of frozen/ thawed male sperm is important for maintaining the biodiversity of poultry and will eventually play an important role in breeding, allowing greater flexibility in breeding programs. This use of thawed semen is advisable only at a high level of its fertilizing ability. Trehalose is a promising natural component in cryoprotective media for rooster semen due to its exceptional ability to neutralize cold stress. The purpose of the study was to determine the effectiveness of using trehalose as part of a medium for cryopreservation of rooster semen based on the Russian development - Leningrad cryoprotective medium (LCM-control). The composition of the LCM-T20 experimental medium with the addition of trehalose at a concentration of 9.5 mM has been developed. The mobility indicators of thawed rooster semen (Rhode Island Red breed, ♂n=10) did not differ significantly depending on the composition of the medium. Significant differences ($p < 0.05$) were obtained in terms of egg fertilization: 86.0% when using the LCM-T20 medium and 79.0% using LCM-control and in assessing the state of the vitelline membrane of the egg yolk ($p < 0.001$). The fertilization rate of eggs at a level acceptable for thawed semen of 50% was maintained until the 10th day (20th day of egg collection) from the last insemination when using the LKS-T20 medium. The functional usefulness of thawed sperm was maintained for 15 days (the 25th day of egg collection) from the last insemination when using the LCM-T20 media - egg fertilization was 15.0%, the average number of points of interaction of sperm with the vitelline membrane of the egg yolk was 345.2 pcs/cm2. When using the LCM-control diluent, the functional ability of thawed spermatozoa was absent during the same control periods. The achieved high level of egg fertilization when trehalose was included in the cryoprotective diluent in combination with the method of freezing rooster semen in pellets confirms the feasibility of introducing the LCM-T20 diluent into the technology for preserving the genetic diversity of local and indigenous breeds of chickens using in vitro methods.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Rakha B. A. et al. Use of dimethylsulfoxide for semen cryopreservation in Indian red jungle fowl (Gallus gallus murghi) // Theriogenology. – 2018. – Т. 122. – С. 61-67.

2. Nguyen T. M. D., Grasseau I., Blesbois E. New insights in the AMPK regulation in chicken spermatozoa: Role of direct AMPK

activator and relationship between AMPK and PKA pathways //Theriogenology. – 2019. – T. 140. – C. 1-7.
3. Long J.A. Rooster semen cryopreservation: Effect of pedigree line and male age on post-thaw sperm function / J.A. Long, D.C. Bongalhardo, J. Pelaéz, S. Saxena, P. Settar, N.P. O'Sullivan, J.E. Fulton // Poultry Science. – 2010. – V. 89(5). – P. 966–973. doi:10.3382/ps.2009-00227.
4. Seigneurin F., Blesbois E. Update on semen cryopreservation metothods in poultry species. / F. Seigneurin, E. Blesbois // Proceedings of the XIIIth European Poultry Conference. — 2010. – P. 172.
5. Blesbois E. Semen Cryopreservation for ex situ Management of Genetic Diversity in Chicken: Creation of the French Avian Cryobank / E. Blesbois, F. Seigneurin, I. Grasseau, C. Limouzin, J. Besnard, D. Gourichon, G. Coquerelle, P. Rault, M. Tixier-Boichard // Poultry Science. – 2007. – V. 86(3). – P. 555-564. doi: 10.1093/ps/86.3.555
6. Ciftci Y., Aygun A. Poultry semen cryopreservation technologies / Y. Ciftci, A. Aygun // World's Poultry Science Journal. - 2018. – V. 74(4). – P. 1-11. doi:10.1017/s0043933918000673.
7. Blanco J. M. et al. Comparative cryopreservation of avian spermatozoa: Effects of freezing and thawing rates on turkey and sandhill crane sperm cryosurvival //Animal Reproduction Science. – 2012. – T. 131. – №. 1-2. – C. 1-8.
8. Fulton J.E. Avian genetic stock preservation: an industry perspective / J.E. Fulton // Poultry Science. – 2006. – V. 85. – P. 227–231.
9. Silyukova Yu.L. The influence membranes damage and activity of rooster's sperm on the fertilization of eggs when using cured cryopreserved sperm / Yu.L. Silyukova, N.V. Pleshanov, O.I. Stanishevskaya // Reproduction in Domestic Animals. — 2019. — T. 54. — № S3. — P. 101.
10. Mosca F. Data on the positive synergic action of dimethylacetamide and trehalose on quality of cryopreserved chicken sperm / F. Mosca, M. Madeddu, A.A. Sayed, L. Zaniboni, N. Iaffaldano, S. Cerolini // Data in Brief. – 2019. – V. 9. – P. 1118-1121. doi: 10.1016/j.dib.2016.11.059.
11. Thananurak P., Chuaychu-noo N., Vongpralub T. Freezability and fertility of Thai native chicken semen in different diluents //The Thai Journal of Veterinary Medicine. – 2017. – T. 47. – №. 4. – C. 551-556.
12. Sciarretta S. et al. Trehalose-induced activation of autophagy improves cardiac remodeling after myocardial infarction // Journal of the American College of Cardiology. – 2018. – T. 71. – №. 18. – C. 1999-2010.
13. Seigneurin F., Blesbois E. Update on semen cryopreservation methods in poultry species //13. European Poultry Conference (EPC 2010). – French Branch of World's Poultry Science Association, 2010. – T. 66. – №. S.
14. Attfield P. V. Trehalose accumulates in Saccharomyces cerevisiae during exposure to agents that induce heat shock response // FEBS letters. – 1987. – T. 225. – №. 1-2. – C. 259-263.
15. Rabbani G., Choi I. Roles of osmolytes in protein folding and aggregation in cells and their biotechnological applications // International journal of biological macromolecules. – 2018. – T. 109. – C. 483-491.
16. Paventi G. et al. The Effect of Semen Cryopreservation Process on Metabolomic Profiles of Turkey Sperm as Assessed by NMR Analysis //Biology. – 2022. – T. 11. – №. 5. – C. 642.
17. Rao W. et al. Nanoparticle-mediated intracellular delivery enables cryopreservation of human adipose-derived stem cells using trehalose as the sole cryoprotectant // ACS applied materials & interfaces. – 2015. – T. 7. – №. 8. – C. 5017-5028.
18. Феофилова Е. П. и др. Трегалоза: особенности химического строения, биологические функции и практическое значение //Микробиология. – 2014. – Т. 83. – №. 3. – С. 271-271.
19. Jing H. et al. Lipid flip-flop and desorption from supported lipid bilayers is independent of curvature //PLoS One. – 2020. – T. 15. – №. 12. – C. e0244460.
20. Mosca F. et al. Combined effect of permeant and non-permeant cryoprotectants on

the quality of frozen/thawed chicken sperm //Cryobiology. – 2016. – Т. 73. – №. 3. – С. 343-347.
21. Целютин К.В., Тур Б.К. Искусственное осеменение и криоконсервация спермы сельскохозяйственной птицы (петухи, индюки, гусаки, селезни) / К.В. Целютин, Б.Л. Тур // СПб-Пушкин. – 2013. – с. 87.
22. Burrows W. H., Quinn J. P. A method of obtaining spermatozoa from the domestic fowl //Poultry Science. – 1935. – Т. 14. – №. 4. – С. 251-253.
23. Stanishevskaya O. Effects of saccharides supplementation in the extender of cryopreservedrooster (Gallus domesticus) semen on the fertility of frozen/thawed spermatozoa / O. Stanishevskaya, Y. Silyukova, N. Pleshanov, A. Kurochkin, E. Fedorova, Z. Fedorova, O. Perinek, A. Prituzhalova, I. Meftakh // Animals. — 2021. — Т. 11. — № 1. — P. 1-9.
24. Bakst M. The inner perivitelline layer sperm hole assay: Use of filter paper rings for the isolation of the perivitelline layer overlying the germinal disc and new observations on its morphology / M. Bakst, J. Eastridge, I. Malecki // Journal of Applied Poultry Research. - 2014. - V. 23. – P. 121 -128. doi: 10.3382/japr.2013-00873.

REFERENCES

1. Rakha B. A. et al. Use of dimethylsulfoxide for semen cryopreservation in Indian red jungle fowl (Gallus gallus murghi) //Theriogenology. – 2018. – Vol. 122. – pp. 61-67.
2. Nguyen T. M. D., Grasseau I., Blesbois E. New insights in the AMPK regulation in chicken spermatozoa: Role of direct AMPK activator and relationship between AMPK and PKA pathways //Theriogenology. – 2019. – Vol. 140. – pp. 1-7.
3. Long J.A. Rooster semen cryopreservation: Effect of pedigree line and male age on post-thaw sperm function / J.A. Long, D.C. Bongalhardo, J. Pelaéz, S. Saxena, P. Settar, N.P. O'Sullivan, J.E. Fulton // Poultry Science. – 2010. – V. 89(5). – P. 966–973. doi:10.3382/ps.2009-00227.
4. Seigneurin F., Blesbois E. Update on semen cryopreservation metothods in poultry species. / F. Seigneurin, E. Blesbois // Proceedings of the XIIIth European Poultry Conference. — 2010. – P. 172.
5. Blesbois E. Semen Cryopreservation for ex situ Management of Genetic Diversity in Chicken: Creation of the French Avian Cryobank / E. Blesbois, F. Seigneurin, I. Grasseau, C. Limouzin, J. Besnard, D. Gourichon, G. Coquerelle, P. Rault, M. Tixier-Boichard // Poultry Science. – 2007. – V. 86(3). – P. 555-564. doi: 10.1093/ps/86.3.555
6. Ciftci Y., Aygun A. Poultry semen cryopreservation technologies / Y. Ciftci, A. Aygun // World's Poultry Science Journal. - 2018. – V. 74(4). – P. 1-11. doi:10.1017/s0043933918000673.
7. Blanco J. M. et al. Comparative cryopreservation of avian spermatozoa: Effects of freezing and thawing rates on turkey and sandhill crane sperm cryosurvival // Animal Reproduction Science. – 2012. – Vol. 131. – no. 1-2. – pp. 1-8.
8. Fulton J.E. Avian genetic stock preservation: an industry perspective / J.E. Fulton // Poultry Science. – 2006. – V. 85. – P. 227–231.
9. Silyukova Yu.L. The influence membranes damage and activity of rooster's sperm on the fertilization of eggs when using cured cryopreserved sperm / Yu.L. Silyukova, N.V. Pleshanov, O.I. Stanishevskaya // Reproduction in Domestic Animals. — 2019. — Vol. 54. — No. S3. — P. 101.
10. Mosca F. Data on the positive synergic action of dimethylacetamide and trehalose on quality of cryopreserved chicken sperm / F. Mosca, M. Madeddu, A.A. Sayed, L. Zaniboni, N. Iaffaldano, S. Cerolini // Data in Brief. – 2019. – V. 9. – P. 1118-1121. doi: 10.1016/j.dib.2016.11.059.
11. Thananurak P., Chuaychu-noo N., Vongpralub T. Freezability and fertility of Thai native chicken seeds in different diluents //The Thai Journal of Veterinary Medicine. – 2017. – Vol. 47. – No. 4. – pp. 551-556.
12. Sciarretta S. et al. Trehalose-induced activation of autophagy improves cardiac remodeling after myocardial infarction // Journal of the American College of Cardiol-

ogy. – 2018. – Vol. 71. – no. 18. – P. 1999-2010.
13. Seigneurin F., Blesbois E. Update on semen cryopreservation methods in poultry species //13. European Poultry Conference (EPC 2010). – French Branch of World's Poultry Science Association, 2010. – Vol. 66. – no. S.
14. Attfield P. V. Trehalose accumulates in Saccharomyces cerevisiae during exposure to agents that induce heat shock response // FEBS letters. – 1987. – Vol. 225. – no. 1-2. – pp. 259-263.
15. Rabbani G., Choi I. Roles of osmolytes in protein folding and aggregation in cells and their biotechnological applications // International journal of biological macromolecules. – 2018. – Vol. 109. – pp. 483-491.
16. Paventi G. et al. The Effect of Semen Cryopreservation Process on Metabolomic Profiles of Turkey Sperm as Assessed by NMR Analysis //Biology. – 2022. – Vol. 11. – No. 5. – p. 642.
17. Rao W. et al. Nanoparticle-mediated intracellular delivery enables cryopreservation of human adipose-derived stem cells using trehalose as the sole cryoprotectant //ACS applied materials & interfaces. – 2015. – Vol. 7. – No. 8. – pp. 5017-5028.
18. Feofilova E. P. et al. Trehalose: features of chemical structure, biological functions and practical significance //Microbiology. – 2014. – Vol. 83. – No. 3. – pp. 271-271.
19. Jing H. et al. Lipid flip-flop and desorption from supported lipid bilayers is independent of curvature //PLoS One. – 2020. – Vol. 15. – no. 12. – p. e0244460.
20. Mosca F. et al. Combined effect of permeant and non-permeant cryoprotectants on the quality of frozen/thawed chicken sperm //Cryobiology. – 2016. – Vol. 73. – No. 3. – pp. 343-347.
21. Tselyutin K.V., Tur B.K. Artificial insemination and cryopreservation of sperm of poultry (roosters, turkeys, geese, drakes) / K.V. Tselyutin, B.L. Tur // St. Petersburg-Pushkin. – 2013. – S. 87.
22. Burrows W. H., Quinn J. P. A method of acquiring spermatozoa from the domestic fowl //Poultry Science. – 1935. – Vol. 14. – No. 4. – pp. 251-253.
23. Stanishevskaya O. Effects of saccharides supplementation in the extender of cryopreservedrooster (Gallus domesticus) semen on the fertility of frozen/thawed spermatozoa / O. Stanishevskaya, Y. Silyukova, N. Pleshanov, A. Kurochkin, E. Fedorova, Z. Fedorova, O. Perinek, A. Prituzhalova, I. Meftakh // Animals. — 2021. — Vol. 11. — No. 1. — P. 1-9.
24. Bakst M. The inner perivitelline layer sperm hole assay: Use of filter paper rings for the isolation of the perivitelline layer overlying the germinal disc and new observations on its morphology / M. Bakst, J. Eastridge, I. Malecki // Journal of Applied Poultry Research. - 2014. - V. 23. – P. 121 -128. doi: 10.3382/japr.2013-00873.

УДК: 636.034:636.082
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.267

ВЛИЯНИЕ ГЕНА ОСНОВНОГО ФАКТОРА РОСТА ФИБРОБЛАСТОВ (*FGF2*) НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

Муханина Е.Н. – к. биол. н., ст. науч. сотр. (ORCID 0000-0001-9299-2104), **Сафина Н.Ю.** * – к. биол. н., ст. науч. сотр. (ORCID 0000-0003-1184-3188), **Шакиров Ш.К.** – д-р. с.-х. н., проф., гл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-3362-0463), **Гайнутдинова Э.Р.** – науч. сотр. (ORCID 0000-0002-2970-1500).

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ФИЦ КазНЦ РАН

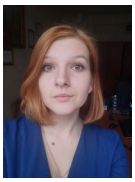
*natysafina@gmail.com

Ключевые слова: *ген, аллель, полиморфизм, фактор роста фибробластов 2, FGF2, молочная продуктивность, лактационная кривая.*

Key words: *gene, allele, polymorphism, fibroblast growth factor 2, FGF2, milk production, lactation curve.*

Статья подготовлена в рамках государственного задания: Эколого-генетические подходы к созданию и сохранению ресурсов растений и животных, расширению их адаптивного потенциала и биоразнообразия, разработка сберегающих агротехнологий с целью повышения устойчивости производства высококачественной продукции, достижения безопасности для здоровья человека и окружающей среды. Номер регистрации: 122011800138-7.

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ

Факторы роста фибробластов (FGFs) – это семейство белков, которое представляет собой большую группу аутокринных и паракринных факторов, контролирующее различные биологические функции у многих видов млекопитающих. Имеются сведения об экспрессии гена FGF2 на различных стадиях онтогенеза молочной железы и лактогенеза крупного рогатого скота, указывающие на то, что ген FGF2 играет при этом существенную роль. Исследовано влияние полиморфизма гена основного фактора роста фибробластов (SNP11646 A/G) на молочную продуктивность коров голштинской породы в условиях Республики Татарстан. Работа выполнена в СХПК «ПЗ им. Ленина». Генотипировано методом ПЦР – ПДРФ ДНК 270 полновозрастных коров. В результате были идентифицированы два аллеля FGFA – 0,591 и FGFG – 0,409; и три генотипа FGFAA – 19,6% (53 гол.) и FGFAG – 42,6% (115 гол), FGFGG – 37,8 % (102 гол). Генетическое равновесие согласно закону Харди-Вайнберга в изучаемой популяции не нарушено (значение хи-квадрат составляет 3,84). Наибольший удой за полную лактацию и за 305 дней лактации, высокий коэффициентом молочности отмечен у особей с генотипом FGF2AG, также они отличаются продолжительностью лактационного периода. Наилучшие показатели качества молока, такие как высокое содержание белка, меньшее количество соматических клеток установлены у животных гомозиготных по аллелю FGF2A. Коровы с генотипом FGF2GG выделяются среди сверстниц высокой массовой долей содержания жира и большим выходом молочного жира. Все коровы имеют высокую устойчивую и плавно спадающую лакта-

ционную кривую (первый тип лактационной деятельности) коэффициент устойчивости лактации высок у всех наблюдаемых групп животных, но наибольший у особей с генотипом FGF2GG. Плавная и выровненная лактационная кривая наблюдается у коров с гомозиготным генотипом по аллелю А гена основного фактора роста фибробластов 2, коэффициент спадаемости лактационной кривой у них составил 5,59%. Наиболее высокий коэффициент молочности отмечен у коров, несущих гетерозиготный генотип FGF2AG.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Создание поголовья скота с генетически широким потенциалом молочной продуктивности крайне важно для поддержания и формирования современного скотоводства. Прогресс молекулярно-биологической науки, особенно в области биотехнологий, открывает новые перспективы для разработки и внедрения актуальных тест-систем, которые могут позволить проводить поиск генетических маркеров хозяйственно-полезных признаков независимо от возраста, пола и физиологического состояния животного [2].

В настоящее время основной задачей геномных и генетических исследований различных видов домашнего скота является идентификация и картирование индивидуальных и множественных локусов количественных признаков (QTL), контролирующие свойства организма, и имеющие большое значение в животноводческой отрасли. Гены-кандидаты обычно выбираются на основе результатов предыдущих исследований по картированию сцепления и сравнению биологических и/или физиологических функций у других видов животных [11]. Обзор недавних публикаций показывает, что многие QTL были сопоставлены с признаками, имеющими экономическое значение у молочного скота [9]. Однако, несмотря на большое количество исследований QTL у крупного рогатого скота и других видов, был достигнут незначительный прогресс в идентификации основных генов, влияющих на важнейшие хозяйственно-значимые признаки стада [1].

Факторы роста фибробластов (FGFs) – это семейство белков, которое представляет собой большую группу аутокринных и паракринных факторов и контролирует различные биологические функции у многих видов млекопитающих [10].

Ген *FGF2* крупного рогатого скота имеет общую длину более 59 kb и располагается на хромосоме 17. Три экзона кодируют белок из 155 аминокислот (регистрационный номер GenBank NC_007304) [7].

Имеются исследования об экспрессии гена *FGF2* на различных стадиях онтогенеза молочной железы и лактогенеза крупного рогатого скота [8], указывающие на то, что ген *FGF2* играет при этом существенную роль. Предполагается, что этот ген участвует в стимуляции роста клеток молочной железы, регулирует экспрессию интерферона-τ (IFNT) – ключевого звена пути передачи сигнала, участвующего в выработке молока и, следовательно, влияющего на молочную продуктивность и качество продуцируемого молока [12].

Заинтересованность производителей молочнопромышленного комплекса дает толчок к исследованиям, обеспечивающим актуальной информацией о генетических аспектах влияния полиморфизма генов на молочную продуктивность и воспроизводительную функцию крупного рогатого скота. Получаемые знания позволят внедрить современные и эффективные способы увеличения производительной способности коров [5].

Цель работы – исследовать полиморфизм гена *FGF2* SNP11646 (замена A → G) в интроне 1 и определить его влияние на молочную продуктивность коров голштинской породы в условиях Республики Татарстан.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования проводили на базе СХПК «племзавод им. Ленина» Атнинского района Республики Татарстан на 270 полновозрастных коровах голштинской породы. Образцы крови отбирали с

использованием вакуумных пробирок с ЭДТА-К3 (Apexlab, Китай). ДНК из биологического материала экстрагировали с использованием набора ДНК-Сорб В (АмплиПрайм, Россия), согласно с инструкцией производителя.

Полиморфизм гена *FGF2* определяли методом полимеразной цепной реакции с последующей рестрикцией эндонуклеазой *RsaN I* (СибЭнзим, Россия). В состав реакционной смеси (общий объем 20 мкл) входили олигонуклеотидные праймеры (Евроген, Россия) со следующей последовательностью:

F: 5' – CAT AGT TCT GTA GAC TAG AAG - 3'

R: 5' - CCT CTA AAG AAG GAT TAA GTC AAA ATG GGG CTG GTA - 3'.

Адаптированный протокол ПЦР-ПДРФ описан в статье «Полиморфизм гена фактора роста фибробластов 2 (*FGF2)* у крупного рогатого скота голштинской породы в условиях Республики Татарстан»

Электрофоретическое разделение полученных ПДРФ-продуктов проводили в 1 %-ном агарозном геле, с применением бромида этидия. Визуализацию и документирование осуществляли при помощи специализированного оборудования «GelDoc&Go» с программным обеспечением «Image Lab Touch» V. 3.0 (BIO RAD, США).

Все сведения о молочной продуктивности изучаемого поголовья взяты из официальной электронной картотеки о стаде «СЭЛЭКС. Молочный скот w.9.2.20» (АРМ Плинор, Россия). Анализ качественного состава молока производили в лаборатории АО ГПП «Элита» Высокогорского района Республики Татарстан.

Рассчитывали частоту встречаемости отдельных аллелей и генотипов. Вариабельность генотипов по гену *FGF2* рассматривали на соответствие Закону генетического равновесия Харди-Вайнберга. Значимость различий между наблюдаемыми и теоретически ожидаемыми частотами генотипов определяли с помощью метода хи-квадрат ($\chi 2$) [4].

Коэффициент молочности (КМ) вычисляли по формуле, приведенной ниже:

КМ = (Удой за лактацию / живая масса) *100.

Коэффициент устойчивости лактации (КУЛ) вычисляли по формуле:

КУЛ = (У1 – У2) / У1,

где У1 – удой за 305 дней лактации, кг;

У2 – удой за первые 100 дней лактации, кг.

Коэффициент спадаемости лактации (КСЛ) [6] вычисляли по формуле:

КСЛ = (1-(ΣУ/n)) * 100,

где У = (2 месяц лактации-1 месяц лактации) * 100%,

n – число месяцев лактации.

Уровень достоверности полученных различий проверяли по критерию *t*-Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В ходе исследования полиморфизма гена основного фактора роста фибробластов (*FGF2*) нами было определено следующее соотношение генотипов: АА – 19,6% (53 гол.), AG – 42,6% (115 гол.), GG – 37,8% (102 гол.). В свою очередь, частота встречаемости аллеля G (0,591) немного превосходит аллель А (0,409). При расчете хи-квадрат мы определили, что уровень вариабельности между наблюдаемым и ожидаемым распределением генотипов составил 3,84, что меньше максимально допустимых значений (χ^2крит = 5,99), таким образом, генетическое равновесие в изучаемой популяции не нарушено.

При анализе молочной продуктивности коров СХПК «племенной завод им. Ленина» Атнинского района были выявлены существенные различия между группами, в зависимости от генотипа гена *FGF2*. Обработанные данные приведены в таблице 1.

Сравнивая показатели удоя за первую полную лактацию и за 305 лактационных дней, очевидно, выделяются коровы с гетерозиготным генотипом FGF2. У этих особей наиболее продолжительный лактационный период и удой за полную лактацию достоверно больше на 880,4 кг или 11,3% ($p < 0,001$), существенно превосхо-

дя этот показатель у животных, гомозиготных по аллелю G. Преобладание в удое за первую полную лактацию коров с генотипами AG составило 588,6 кг (7,5%; $p < 0,05$) над гомозиготными AA-особями, а удой гетерозиготных животных за 305 дней выше на 181,9 кг или 2,6% ($p < 0,05$).

Полученные нами результаты в ходе анализа влияния гена основного фактора роста фибробластов 2 на экономически значимые признаки, схожи с результатами работ зарубежных исследователей. Иностранные ученые при изучении полиморфизма гена FGF2 в ассоциации с молочной продуктивностью крупного рогатого скота также указывали на высокие удои коров голштинской породы с генотипами AG и GG [12].

При анализе качественных показателей молока (табл. 2) было определено, что коровы, гомозиготные по аллелю G гена FGF2, выгодно отличаются от сверстниц по содержанию массовой доли жира в производимом молоке и по выходу молочного жира. Наблюдаемая тенденция в различии по этим показателям варьировала на 0,09–0,11 абс. % и 1,2–1,3 кг соответственно в зависимости от генотипа. Массовая доля белка достоверно больше у особей, имеющих генотип AA гена FGF2, разница с генотипом GG составляет 0,13 абс.% ($p < 0,01$). Животные, несущие в локусе гена FGF2-RsaN I аллель A, также статистически значимо выделяются высоким выходом молочного белка, отличие составляет 13,8 кг или 6% ($p < 0,05$).

Содержание соматических клеток в молоке повышенное, с высокой степенью достоверности, у полновозрастных коров с генотипом GG – в сравнении с первотелками генотипа AA на 110,3 тыс./см3 (25,5%; $p < 0,001$).

В научных статьях зарубежных авторов прослеживается похожая тенденция по ранжированию показателей качественного состава молока в зависимости от принадлежности к генотипу гена FGF2. Например, израильскими учёными получены аналогичные данные, показывающие превосходство по содержанию жира в молоке у анализируемого поголовья, имеющих генотип GG [13].

Наиболее эффективная оценка лактационной деятельности коров дается после построения лактационной кривой, которая отображает средний ежемесячный удой. С этой же целью рассчитывают коэффициенты молочности, устойчивости и спадаемости лактации.

Продемонстрированные на рисунке 1 лактационные кривые не существенно

Таблица 1

Показатели молочной продуктивности коров в разрезе гена *FGF2*

Генотип	Дойные дни, дн.	Удой за полную лактацию, кг	Удой за 305 дней лактации, кг
AA	319,4±20,2	7220,1±158,2	6986,0±115,3
AG	328,2±12,2	7808,7±164,9***	7028,6±65,9*
GG	311,8±13,8	6928,3±79,4	6846,7±62,2

*Примечание здесь и далее: * - p < 0,05, ** - p < 0,01, *** - p < 0,001.*

Таблица 2

Показатели качества молока коров в разрезе гена *FGF2*

Генотип	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Выход молочного жира, кг	Выход молочного белка, кг	Соматические клетки, тыс./см^3
AA	3,48±0,09	3,46±0,03**	243,1±9,04	241,7±5,06*	322,6±37,3
AG	3,46±0,06	3,44±0,02	243,2±5,32	241,8±4,57*	337,0±24,5
GG	3,57±0,07	3,33±0,03	244,4±5,32	228,0±3,92	432,9±24,0***

отличаются друг от друга, указывая на то, что у всей выборки коров высокая устойчивая лактация, относящаяся к первому типу по классификации, разработанной А.С. Емельяновым [3].

Коэффициент устойчивости лактации (КУЛ) – это показатель, характеризующий степень устойчивости лактационной кривой. Для исследуемых групп животных характерны достаточно высокие коэффициенты устойчивости лактации (98,9 –99,4 %), отраженные в таблице 3.

Коэффициент спадаемости лактации – объективный показатель, который отражает стабильность и ровность лактационной кривой. Таким образом, при характеристике отдельно взятых периодов лактационной деятельности с помощью лактационной кривой, важно отметить, что во второй фазе лактации у одних особей медленнее, у других быстрее происходит понижение молочной секреции. В исследовании была определена величина коэффициента спадаемости лактации с четвертого по девятый месяц (табл. 3).

Исходя из этих данных, наиболее плавная и выровненная лактационная кривая наблюдается у коров с гомозиготным генотипом по аллелю А гена основного фактора роста фибробластов 2. Коэффициент спадаемости лактационной кривой у них составил 5,59, в то время как у животных с генотипом GG он был достоверно выше на 1,62 ($p < 0,05$).

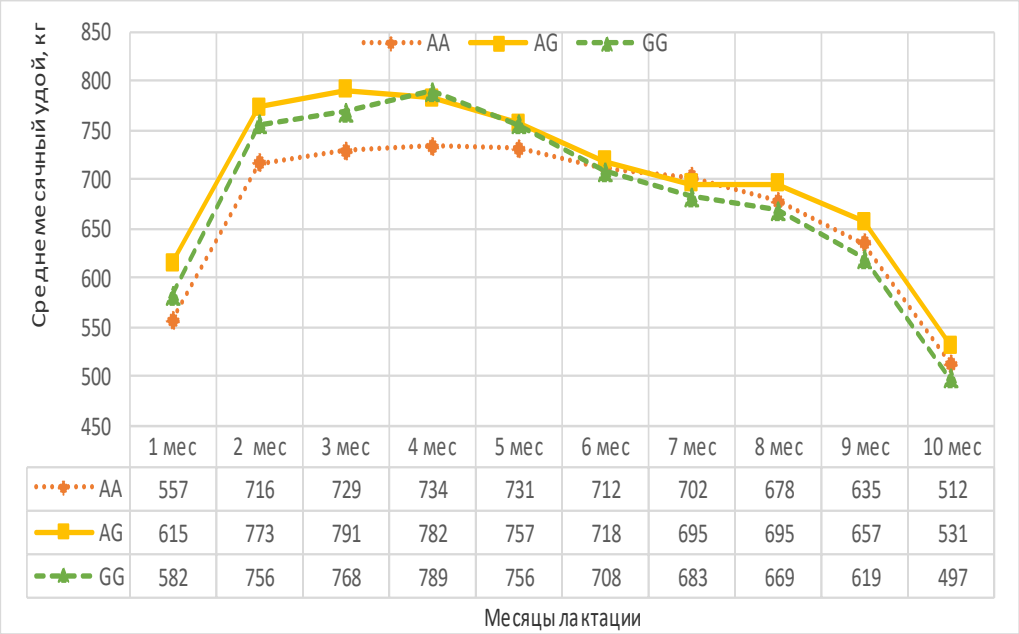


Рис. 1 – Лактационные кривые коров с различными генотипами FGF2

Таблица 3

Характеристика лактационных кривых с разными генотипами *FGF2*

Показатель	Генотип *FGF2*		
	AA	AG	GG
Коэффициент устойчивости лактации	98,9±2,4	98,5±1,1	99,4±1,1
Коэффициент спадаемости лактации	5,59±0,07	6,03±0,06	7,21±0,06*
Коэффициент молочности	1303,6±31,2	1343,4±22,3	1331,0±24,1

Коэффициент молочности демонстрирует количество надоенного молока за лактацию, приходящегося на 100 кг живой массы. Наиболее высокий коэффициент отмечен у коров, несущих гетерозиготный генотип FGF2.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Наиболее распространен генотип AG гена FGF2 – доля его встречаемости 42,6%. Частота встречаемости аллеля G гена основного фактора роста фибробластов – 0,591, аллеля A – 0,409.

Превосходство по удою за полную лактацию и за 305 дней лактации принадлежит, достоверно, особям, имеющим генотип AG. Также они отличаются высоким коэффициентом молочности. В то время как коэффициент устойчивости лактации выше для генотипа GG.

Статистически значимым наибольшим уровнем белковости молока обладают коровы, гомозиготные по аллелю A. Они же статистически значимо отличаются меньшим содержанием количества соматических клеток в молоке.

По результатам проведённых исследований все анализируемые животные относятся к первому типу лактационной деятельности, и характеризуются высокой устойчивой и плавно спадающей лактационной кривой.

THE EFFECT OF THE GENE OF THE BASIC FIBROBLAST GROWTH FACTOR (FGF2) ON THE DAIRY PRODUCTITY OF HOLSTEIN CATTLE

Mukhanina E.N. – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher (ORCID 0000-0001-9299-2104), **Safina N.Yu.** * – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher (ORCID 0000-0003-1184-3188), **Shakrov Sh.K.** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher (ORCID 0000-0002-3362-0463), **Gaynutdinova E.R.** – Researcher (ORCID 0000-0002-2970-1500).

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture "Kazan Scientific Center of Russia Academy of Sciences", Kazan, Russian Federation

*natysafina@gmail.com

ABSTRACT

The effect of polymorphism of the gene of the basic fibroblast growth factor (SNP11646 A/G) on the milk production of Holstein cows in the conditions of the Republic of Tatarstan was studied. The DNA of 270 full–aged cows was genotyped by PCR - PDRF. As a result, two FGFA – 0,591 and FGFG – 0,409 alleles were identified; and three FGFAA genotypes – 19,6% (53 goals) and FGFAG – 42,6% (115 goals), FGFGG – 37,8% (102 goals). The highest milk yield for full lactation and for 305 days of lactation, a high coefficient of lactation was noted in individuals with the genotype FGF2AG. The best milk quality indicators (high protein content, fewer somatic cells) were found in animals homozygous for the A allele. All cows have a high stable and smoothly decreasing lactation curve, the coefficient of lactation stability is higher for the GG genotype.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гайнутдинова, Э. Р. Связь полиморфизма гена Pit-1 (POU1F1) с признаками молочной продуктивности и воспроизводительной способности голштинского крупного рогатого скота / Э. Р. Гайнутдинова, Н. Ю. Сафина, Ф. Ф. Зиннатова и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – №11. – С. 69–73.

2. Дроздов, Е. В. Аллельный полиморфизм гена PIT-1 в стадах крупного рогатого скота Брянской области и его связь с молочной продуктивностью / Е. В. Дроздов, В. В. Заякин, И. Я. Нам // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. №5 (3). – С. 235–240.

3. Емельянов, А. С. Лактационная деятельность коров и управление ею / А.С. Емельянов. – Вологда-Молочное, 1953. – 256 с.

4. Меркурьева, Е. К. Генетика с основами биометрии / Е. К. Меркурьева, Г. Н. Шангин-Березовский // М.: Колос, 1983. – 400 с.

5. Сафина, Н. Ю. Молочная продуктивность голштинского скота с разными генотипами гена каппа-казеин (CSN3) /

Н. Ю. Сафина, Э. Р. Гайнутдинова, Ш. К. Шакиров // Аграрный научный журнал. – 2021. – №10. – С. 93–97.
6. Тюлькин, С. В. Типы лактационных кривых и коэффициент постоянства лактации у коров с разными генотипами каппа-казеина / С. В. Тюлькин, Л. Р. Загидуллин, Е. Н. Рачкова и др. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана – 2016. – №226. – С.213-217.
7. Brzakova, M. Effect of the FGF2 SNP11646 on milk production and fertility traits of Holstein cattle / M. Brzakova, B. Hosnedlová A. Svitáková et al. // Czech Journal of Animal Science. – 2016. – Vol. 61(8). – P. 377–382. DOI: 10.17221/61/2015-CJAS
8. Hironaka, T. Identification and partial purification of basic fibroblast growth factor -like growth factor derived from bovine colostrum / T. Hironaka, H. Ohishi, T. Masaki et al. // Journal of Dairy Science. – 1997. – Vol. 80. – P. 488–495.
9. Khatkar, M. S. Quantitative trait loci mapping in dairy cattle: Review and meta-analysis / M. S. Khatkar, P. C. Thomson, I. Tammen. et al. // Genetics Selection Evolution. – 2004. – №36. – P. 163–190.
10. Ornitz, D. M. Fibroblast growth factors / D. M. Ornitz, N. Itoh // Genome Biology. – 2001. - Vol. 2. – P. 1–12
11. Rothschild, M. F. Candidate gene analysis to detect genes controlling traits of economic importance in domestic livestock / M. F. Rothschild, M. Soller // Probe. – 1997. – №8. – P. 13–22.
12. Singh, A. P. Effect of polymorphism in FGF2 gene on first lactation milk yield and milk composition traits in Karan-Fries cattle / A. P. Singh, A. Chakravarty A. Arya et al. // International Journal of Livestock Research. – 2019 – Vol. 9(3). – P. 297–304. DOI: 10.5455/ijlr.20190110073220
13. Wang, X. Association of bovine fi broblast growth factor 2 (FGF2) gene with milk fat and productive life: an example of the ability of the candidate pathway strategy to identify quantitative trait genes / X. Wang, C. Maltecca, R. Tal-Stein // Journal of Dairy Science. – 2008. – Vol. 91. – P. 2475–2480.

REFERENCES

1. Gainutdinova ER, The connection of the polymorphism of the Pit-1 gene (POU1F1) with the signs of dairy productivity and reproductive ability of Holstein cattle / E. R. Gainutdinova, N. Y. Safina, F. F. Zinnatova [et al.] [Достижения науки и техники АПК]. 2019;11:69–73.[In Russ.]
2. Drozdov EV, Zayakin VV, Nam IYa. Allelic polymorphism of the PIT-1 gene in cattle herds of the Bryansk region and its relationship with dairy productivity [Известия Самарского научного центра Российской академии наук]. 2011;5(3):235–240. [In Russ.]
3. Emelyanov AS, Lactation activity of cows and its management Vologda:Molochnoye. 1953:256. [In Russ.]
4. Merkureva EK, Shangin-Berezovsky GN, Genetics with the fundamentals of biometrics Moskow: Kolos. 1983:400. [In Russ.]
5. Safina NY, Gainutdinova ER, Shakirov ShK, Dairy productivity of Holstein cattle with different genotypes of the kappa-casein gene (CSN3) [Аграрный научный журнал]. 2021;10:93–97. [In Russ.]
6. Tyulkin, S. V. Types of lactation curves and the coefficient of lactation constancy in cows with different genotypes of kappa-casein / S. V. Tyulkin, L. R. Zagidullin, E. N. Rachkova [et al.] [Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана]. 2016;226:213-217. [In Russ.]
7. Brzakova M, Hosnedlová B, Svitáková A, Effect of the FGF2 SNP11646 on milk production and fertility traits of Holstein cattle. Czech Journal of Animal Science. 2016;61(8):377–382. DOI: 10.17221/61/2015-CJAS
8. Hironaka, T. Ohishi H, Masaki T, Identification and partial purification of basic fibroblast growth factor-like growth factor derived from bovine colostrum. Journal of Dairy Science. 1997;80:488–495.
9. Khatkar MS, Thomson PC, Tammen I, Quantitative trait loci mapping in dairy cattle: Review and meta-analysis. Genetics Selection Evolution. 2004;36:163–190.
10. Ornitz DM, Itoh N, Fibroblast growth factors. Genome Biology. 2001;2:1–12.

11. Rothschild MF, Soller M, Candidate gene analysis to detect genes controlling traits of economic importance in domestic livestock. Probe. 1997;8:13–22.
12. Singh AP, Chakravarty A, Arya A, Effect of polymorphism in FGF2 gene on first lactation milk yield and milk composition traits in Karan-Fries cattle. International Journal of Livestock Research. 2019;9 (3):297–304. DOI: 10.5455/ijlr.20190110073220
13. Wang X, Maltecca C, Tal-Stein R, Association of bovine fibroblast growth factor 2 (FGF2) gene with milk fat and productive life: an example of the ability of the candidate pathway strategy to identify quantitative trait genes. Journal of Dairy Science. 2008;91:2475–2480.

УДК: 639.111.11: 575
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.275

ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОСАТЕЛЛИТНОГО ПРОФИЛЯ В ОПЫТНОМ СТАДЕ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ НЕНЕЦКОЙ ПОРОДЫ

Николаев С.В. – к. вет. н., зав. отделом оленеводства (ORCID 0000-0001-5485-4616), **Матюков В.С.** – к. биол. н., вед. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-3504-6864), **Филатов А.В.** – д-р. вет. н. проф., науч. сотр. (ORCID 0000-0003-4557-844x).

Ямальская опытная станция – обособленное структурное подразделение
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук»
*fav6819@yandex.ru

***Ключевые слова**: северные олени, микросателлиты, аллелофонд, генетические маркеры, гетерозиготность.*
***Keywords:** reindeer, microsatellites, allelofund, genetic markers, heterozygosity.*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Цель исследований – оценка изменений аллельной структуры ДНК-микросателлитов в стаде северных оленей ненецкой породы. Работа проведена в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа, на экспериментальном стаде животных, принадлежащих Ямальской опытной станции ТюмНЦ СО РАН. Аллелофонд включал микросателлитный профиль 300 оленей, полученный в результате исследования 2018 года и 100 животных анализа 2022 года. Установлено, что существенные преобразования наблюдались по всем локусам, за исключением NVHRT24. В микросателлитном профиле 2018 года присутствовали 6 аллелей с суммарной частотой 0,298, не выявленные в исследованиях 2022 года. В 2022 году установлено 8 аллелей с суммарной частотой 0,105 не выявленных в предыдущем исследовании. Индекс Шеннона свидетельствует о незначительном росте генетического разнообразия в анализируемой популяции (на 0,059), а так же увеличении наблюдаемой гетерозиготности животных (на 0,074). Индекс фиксации по всем анализируемым локусам показал, что как в выборке 2018 года, так и 2022, в исследуемой популяции наблюдался дефицит гетерозигот, однако, данные 2022 года указывают на снижение дефицита гетерозиготности на 0,089. Анализ дивергенции популяции по отдельным локусам свидетельствует, что максимальное расхождение аллельной структуры произошло по локусу RT9 (d=0,331), RT30 (d=0,236) и NVHRT76 (d=0,231), а максимальное сходство сохранилось по локусам NVHRT24 (d=0,007), RT1(d=0,0014) и RT7 (d=0,0020). Таким образом, можно заключить, что в исследуемой популяции наблюдался выраженный дрейф генов.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Северное оленеводство является ключевой отраслью сельскохозяйственного производства для арктических и субарктических регионов Российской Федерации. Данное направление животноводства является основным, исторически сформированным видом занятости коренного населения северных регионов. Селекционно-племенная работа в оленеводстве

ведется традиционно-сложившимися методами, что не позволяет эффективно улучшать хозяйственно-полезные признаки животных [6,7,12]. Сказанное выше обуславливает необходимость разработки новых методов ведения селекционной работы в северном оленеводстве.

Одним из таких направлений является проведение молекулярно-генетической экспертизы и генетического анализа [5, 9,10]. Среди наиболее удобных маркеров для проведения генетических исследований являются микросателлиты (STR) [1,2,8]. Данный тип генетических маркеров относится к «нейтральным», поскольку не влияет на проявление фенотипических признаков животных и не подвергается давлению естественного и искусственного отбора [2, 3]. Микросателлиты обладают высоким полиморфизмом, что позволяет эффективно их использовать для анализа генетического родства и процессов, происходящих в популяции [4].

Цель исследований – изучить динамику изменений аллельной структуры ДНК-микросателлитов в стаде северных оленей ненецкой породы Ямальской опытной станции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Работа проведена в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа, на экспериментальном стаде (n≈1000) Ямальской опытной станции – обособленного структурного подразделения ФГБУН ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН. При проведении исследований использованы ретроспективные и свежеполученные данные по аллельной структуре девяти микросателлитных локусов ДНК северных оленей. К ретроспективным данным отнесен микросателлитный профиль исследуемого стада, полученный от 300 животных в 2018 году [13]. Новые данные включали результаты анализа полиморфизма микросателлитов 2022 года 100 оленей того же стада по тем же маркерам. Исследование ДНК выполнила лаборатория молекулярной генетики сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. В качестве исходного генетического материала служили кусочки тканей ушной раковины, которые консервировали в 96% этиловом спирте.

Динамику изменения генетической структуры стада устанавливали путем оценки количества аллелей на анализируемый локус (Na), их частоты (q) и ошибки (Mq), процента наблюдаемой (Ho) и ожидаемой (He) гетерозиготности, количества эффективных аллелей (Ne), числа приватных аллелей и сумму их частот (Σq), соответствия наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности (индекс фиксации, Fis), индекса Шеннона (I), коэффициентов генетического сходства (I_N) и генетической дистанции (D_N) между двумя выборками.

Статистический анализ проведен путем вычисления средней арифметической и стандартной ошибки, достоверность различий сравниваемых величин установлена с помощью t-критерия Стьюдента с использованием пакета программ Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В таблице 1 показана динамика изменений частот аллелей по STR-локусам у северных оленей исследуемого стада. В результате смежных исследований установили значительные изменения по всем анализируемым локусам, за исключением NVHRT24, где отсутствовали достоверные различия по генным частотам. Так по локусу RT1 наблюдалось снижение встречаемости аллеля RT1 ^{231} на 0,018 ($P \leq 0,05$) и RT1 ^{239} на 0,041($P \leq 0,05$), а наиболее часто встречающимся аллелем стал RT1 ^{235} (q=0,198). Локус RT6 характеризовался достоверным снижением частот аллелей RT6 ^{103} (на 0,084; $P \leq 0,001$), RT6 ^{109} (на 0,033; $P \leq 0,01$), RT6 ^{115} (на 0,153; $P \leq 0,001$) и выраженным увеличением частоты встречаемости аллеля RT6 ^{107} (в 6,2 раза; $P \leq 0,001$). По локусу RT7 произошло снижение встречаемости микросателлит RT7 ^{218} (на 0,041; $P \leq 0,01$) и RT7 ^{224} (на 0,040; $P \leq 0,001$), а по RT7 ^{220} наоборот наблюдалось увеличение на 0,086 ($P \leq 0,05$).

Выраженные изменения наблюдались по локусу RT9. Так частота аллеля RT9 ^{118} выросла в 2,6 раз ($P \leq 0,001$), RT9 ^{120} в 4,3

раза (P≤0,001), RT9 [122] в 5,5 раз (P≤0,001), RT9 [130] в 4,7 раза. В выборке 2018 года RT9 [126] был самым распространенным аллелем этого локуса (q=0,684). По результатам исследования его частота встречаемости снизилась в 10,7 раз (P≤0,001), а самым распространенным стал RT9 [122] (q=0,282). Локус RT27 характеризовался снижением в 2022 году частоты ранее самого встречающегося аллеля RT27 [135] на 0,110 (P≤0,01), при этом частота аллеля RT27 [137] выросла в 12,8 раз (P≤0,001). По локусу RT30 в популяции наблюдалось увеличение концентрации аллелей RT30 [188] (на 0,238; P≤0,001) и RT30 [200] (на 0,089; P≤0,01), снижение частот аллелей RT30 [202] (в 3,6 раз; P≤0,001) и RT30 [190]. Последний в 2018 году встречался с частотой 0,268, а в 2022 не был выявлен.

Существенное перераспределение частот наблюдалось так же по локусу NVHRT76. Так, в 2018 году самый распространённый аллель NVHRT76 [107] в 2022 году стал встречаться в 8,8 раз реже (P≤0,001), NVHRT76 [105] в 22,8 раз (P≤0,001), тогда как NVHRT76 [97], NVHRT76 [99], NVHRT76 [101], NVHRT76 [109] и NVHRT76 [111] достоверно увеличили свою распространенность в популяции. Локус NV21 характеризовался снижением частот аллелей NV21 [160] (в 6,4 раза; P≤0,001), NV21 [166] (в 3,8 раз; P≤0,001) и увеличением встречаемости аллелей NV21 [164] (в 3,2 раза; P≤0,001), NV21 [170] (на 0,093; P≤0,01) и NV21[174] (в 16,7 раз; P≤0,001).

В таблице 2 показаны приват-аллели анализируемых выборок. Установлено, что в микросателлитном профиле 2018 года присутствовало 6 аллелей с общей частотой 0,298, которые не были выявлены в исследованиях 2022 года. Необходимо отметить аллель RT30 190, который встречался с частотой 0,268, а в последующем обнаружен не был. В 2022 году выявлены 8 аллелей с суммарной частотой 0,105, которые не были обнаружены у оленей в выборке 2018 года.

Результаты работы показали, что среднее количество аллелей с частотой более 0,1, оставалось на уровне 2018 года (табл. 3), при этом их число максимально возросло по локусу RT9 (с 1-й до 4-х), а снизилось по RT30 (с 4-х до 2-х). Количество наблюдаемых аллелей в среднем имело тенденцию к незначительному увеличению (с 9,33 до 9,67), как и показатель эффективных STR-аллелей (с 4,41 до 4,68). Минимальный полиморфизм микросателлитов по результатам исследований 2022 года отмечен по локусу NVHRT24 (7 аллелей), а максимальный по RT1 (12 аллелей). Наибольшее соответствие количества наблюдаемых и эффективных (Na/Ne) аллелей в 2018 году было характерно для локусов RT1 (1,39) и NV21 (1,62), а максимальное отличие по RT9 (4,64) и NVHRT76 (2,70). В 2022 году по локусу RT9 данный показатель снизился в 2,7 раза и составил 1,73, а по RT30 наоборот вырос в 1,9 раза. В среднем отношение наблюдаемых и эффективных аллелей имело тенденцию к снижению. Индекс Шеннона свидетельствует о незначительном росте генетического разнообразия в анализируемой популяции (на 0,059). По локусу RT9 наблюдалось максимальное увеличение показателя (на 0,607), а по RT30 наоборот снижение (0,333). Средняя наблюдаемая гетерозиготность животных незначительно выросла (на 0,074), при этом по локусу RT6 наблюдалось максимальное снижение показателя (в 2,7 раза), а по RT27 максимальный рост (на 0,408). Ожидаемая гетерозиготность по локусу RT30 имела тенденцию к выраженному снижению (на 0,160), а по RT9, наоборот, к увеличению (0,324), при этом средний показатель почти не изменился. Индекс фиксации по всем анализируемым локусам свидетельствует, что как в выборке 2018 года, так и 2022, в исследуемой популяции наблюдается дефицит гетерозигот, однако, последние данные указывают на большее соответствие наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности - показатель в 2022 году снизился на 0,089. Стоит отметить, что по локусам RT1, RT7 и NVHRT24 дефицит гетерозигот продолжал нарастать, по локусам RT9, NVHRT76 и NV21 снижаться, по RT27 и

Таблица 1

Изменения частот ДНК-микросателлит отдельных локусов анализируемой популяции северных оленей

Алле-ли	2018 год		2022 год		Алле-ли	2018 год		2022 год	
	q	±Mq	q	±Mq		q	±Mq	q	±Mq
Локус RT1					**Локус RT6**				
223	0,099	0,012	0,119	0,023	99	0,000	0,000	0,020*	0,010
225	0,126	0,014	0,104	0,021	101	0,020	0,006	0,030	0,012
227	0,119	0,013	0,104	0,021	103	0,099	0,012	0,015***	0,009
229	**0,159**	0,015	0,178	0,027	105	0,242	0,017	0,243	0,030
231	0,023	0,006	0,005*	0,005	107	0,040	0,008	**0,248****	0,030
233	0,007	0,003	0,005	0,005	109	0,048	0,009	0,015**	0,009
235	0,137	0,014	**0,198**	0,028	111	0,060	0,010	0,069	0,018
237	0,096	0,012	0,084	0,020	113	0,058	0,010	0,074	0,018
239	0,091	0,012	0,050*	0,015	115	**0,396**	0,020	0,243***	0,030
241	0,118	0,013	0,099	0,021	117	0,036	0,008	0,045	0,015
243	0,005	0,003	0,010	0,007	119	0,002	0,002	0,000	0,000
245	0,020	0,006	0,045	0,015	**Локус RT9**				
Локус RT7					116	0,017	0,005	0,005	0,005
216	0,027	0,007	0,030	0,012	118	0,060	0,010	0,153***	0,025
218	0,061	0,010	0,020**	0,010	120	0,061	0,010	0,262***	0,031
220	**0,404**	0,020	**0,490***	0,035	122	0,051	0,009	**0,282****	0,032
222	0,136	0,014	0,124	0,023	124	0,017	0,005	0,045	0,015
224	0,050	0,009	0,010***	0,007	126	**0,684**	0,019	0,064***	0,017
226	0,017	0,005	0,015	0,009	128	0,071	0,011	0,040	0,014
228	0,139	0,014	0,153	0,025	130	0,022	0,006	0,104***	0,021
230	0,136	0,014	0,139	0,024	132	0,018	0,005	0,045	0,015
232	0,028	0,007	0,015	0,009	**Локус RT27**				
234	0,003	0,002	0,000	0,000	133	0,041	0,008	0,079	0,019
236	0,000	0,000	0,005	0,005	135	**0,397**	0,020	**0,287****	0,032
Локус RT30					137	0,005	0,003	0,064***	0,017
188	**0,331**	0,019	**0,569*****	0,035	139	0,255	0,018	0,223	0,029
190	0,268	0,018	0,000***	0,000	141	0,030	0,007	0,010*	0,007
192	0,010	0,004	0,010	0,007	143	0,000	0,000	0,015	0,009
194	0,008	0,004	0,050**	0,015	145	0,070	0,010	0,059	0,017
198	0,018	0,005	0,000	0,000	147	0,128	0,014	0,183	0,027
200	0,154	0,015	0,243**	0,030	149	0,075	0,011	0,079	0,019
202	0,144	0,014	0,040***	0,014	**Локус NVHRT24**				
206	0,000	0,000	0,030	0,012	147	0,003	0,002	0,010	0,007
208	0,022	0,006	0,015	0,009	149	0,065	0,010	0,040	0,014
210	0,040	0,008	0,025	0,011	151	0,220	0,017	0,223	0,029
212	0,005	0,003	0,010	0,007	153	**0,497**	0,020	**0,490**	0,035
218	0,000	0,000	0,005	0,005	155	0,013	0,005	0,015	0,009
220	0,000	0,000	0,005	0,005	157	0,202	0,016	0,213	0,029
Локус NVHRT76					159	0,000	0,000	0,010	0,007
91	0,005	0,003	0,000	0,00	**Локус NV21**				
95	0,018	0,005	0,010	0,007	158	0,027	0,007	0,040	0,014
97	0,118	0,013	0,252***	0,031	160	0,128	0,014	0,020***	0,010
99	0,005	0,003	0,050**	0,015	162	0,022	0,006	0,035	0,013
101	0,005	0,003	0,099***	0,021	164	0,055	0,009	0,178***	0,027
103	0,002	0,002	0,000	0,000	166	0,227	0,017	0,059***	0,017
105	0,114	0,013	0,005***	0,005	168	**0,253**	0,018	0,218	0,029
107	**0,397**	0,020	0,045***	0,015	170	0,184	0,016	**0,277****	0,031
109	0,288	0,018	**0,371***	0,034	172	0,103	0,012	0,124	0,023
111	0,048	0,009	0,153***	0,025	174	0,003	0,002	0,050**	0,015
113	0,000	0,000	0,015	0,009					

*Различия достоверны при уровне значимости: *P≤0,05 **P≤0,01 ***P≤0,001 по отношению к частотам 2018 года*

RT30 произошло смещение в сторону избытка гетерозиготности, а избыточный в 2018 году по гетерозиготности локус RT6 наоборот стал с выраженным дефицитом.

Анализ дивергенции популяции по отдельным локусам (табл.4, рис.) свидетельствует, что максимальное расхождение аллельной структуры произошло по STR RT9 (d=0,331), RT30 (d=0,236) и NVHRT76 (d=0,231), а максимальное сходство сохранилось по NVHRT24 (d=0,007), RT1(d=0,0014) и RT7 (d=0,0020). Таким образом, в исследуемой популяции северных оленей существенным образом изменилась аллельная структура STR-локусов, что подтверждается снижением среднего генетического сходства двух выборок до 0,894.

Таблица 2

Приват-аллели в анализируемых выборках северных оленей

Локус	2018 год		2022 год	
	Аллели	*q*	Аллели	*q*
RT6	119	0,002	99	0,020
RT7	234	0,003	236	0,005
RT27	-	-	143	0,015
RT30	**190** 198	**0,268** 0,018	218 220 206	0,005 0,005 0,030
NVHRT24	-	-	159	0,010
NVHRT76	91 103	0,005 0,002	113	0,015
Всего, аллелей	6	X	8	X
Σ *q*	X	0,298	X	0,105

Таблица 3

Изменения генетических характеристик анализируемой популяции по STR-маркерам

Локус	Год	q≥1 0%	Na	Ne	Na/Ne	I	Ho	He	Fis
RT1	2018	5	12	8,62	1,39	2,229	0,834	0,884	0,057
	2022	5	12	7,81	1,54	2,177	0,752	0,872	0,138
RT6	2018	2	10	4,22	2,37	1,758	0,808	0,763	-0,059
	2022	3	10	5,15	1,94	1,859	0,297	0,806	0,632
RT7	2018	4	10	4,41	2,49	1,788	0,685	0,773	0,114
	2022	4	11	3,33	3,30	1,552	0,614	0,700	0,123
RT9	2018	1	9	1,94	4,64	1,234	0,305	0,484	0,370
	2022	4	9	5,21	1,73	1,841	0,564	0,808	0,302
RT27	2018	3	8	3,97	2,02	1,621	0,424	0,748	0,433
	2022	3	9	5,38	1,67	1,857	0,832	0,814	-0,022
RT30	2018	4	10	4,37	2,29	1,682	0,563	0,771	0,270
	2022	2	11	2,57	4,28	1,349	0,832	0,611	-0,362
NVHRT24	2018	3	6	2,94	2,04	1,255	0,623	0,660	0,056
	2022	3	7	2,97	2,36	1,297	0,545	0,663	0,178
NVHRT76	2018	4	10	3,70	2,70	1,535	0,434	0,730	0,405
	2022	3	9	4,18	2,15	1,656	0,624	0,761	0,180
NV21	2018	5	9	5,56	1,62	1,851	0,374	0,820	0,544
	2022	4	9	5,52	1,63	1,895	0,644	0,819	0,214
M	2018	3,44	9,33	4,41	2,40	1,661	0,561	0,737	0,243
	2022	1,33	9,67	4,68	2,29	1,720	0,634	0,762	0,154
M	2018	3,44	0,47	0,36	0,31	0,078	0,057	0,035	0,070
	2022	0,88	0,50	0,54	0,31	0,094	0,055	0,029	0,088

Таблица 4

Генетические сходство и дистанции двух выборок одного стада по аллелям STR-локусов (результаты исследования 2018 и 2022 гг.)

Локус	I_N	D_N
RT1	0,986	0,014
RT6	0,912	0,092
RT7	0,980	0,020
RT9	0,718	0,331
RT27	0,962	0,039
RT30	0,790	0,236
NVHRT24	0,993	0,007
NVHRT76	0,794	0,231
NV21	0,912	0,092
M±m	0,894±0,034	0,118±0,040

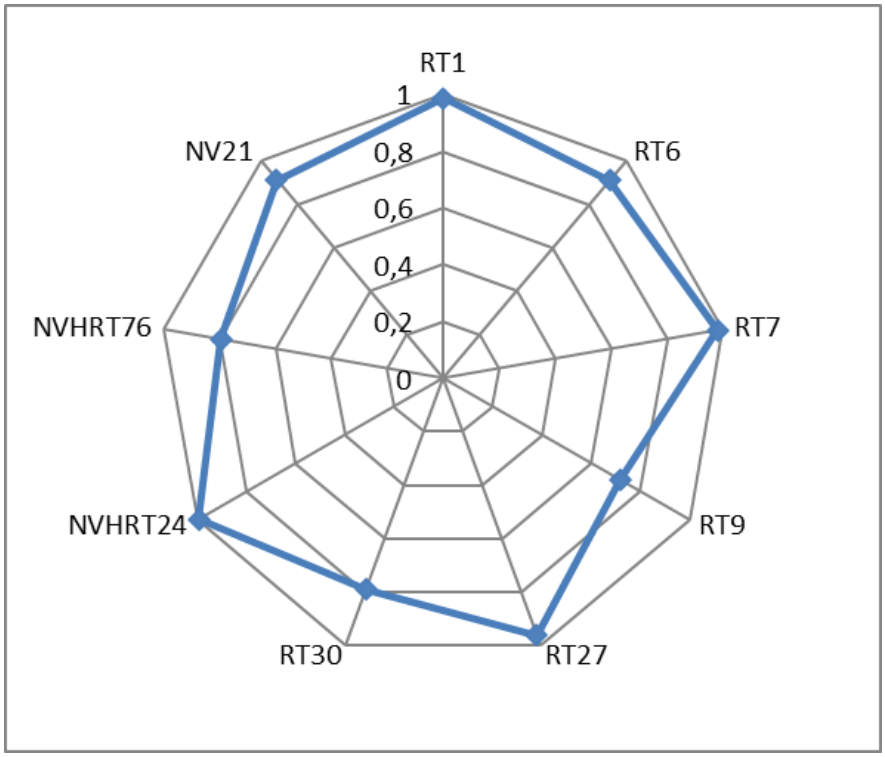


Рис. 1 – Полокусное генетическое сходство по Нею (I_N) двух выборок одного стада по результатам двух смежных исследований

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Полученные генетические характеристики свидетельствуют, что за анализируемый период времени в исследуемом стаде северных оленей произошли существенные изменения аллелофонда по STR -локусам. Одним из факторов значительных изменений генетико-популяционных параметров, по всей видимости, является генетический дрейф по причине небольшого размера популяции (n≈1000). Выявление новых аллелей и утрату ранее выявленных трудно объяснить недостаточны-

ми численностями выборок. Хотя этот феномен вероятнее всего также объясняется действием случайных факторов, обусловленных конечным объёмом популяции. В целом в популяции отмечено повышение генетического разнообразия, снижение уровня гомозиготности, рост числа наблюдаемых и эффективных аллелей. Несмотря на снижение среднего индекса фиксации, анализ, проведенный по отдельным локусам, выявил значительные флуктуации этого показателя, которые могут быть следствием высокой структурированности стада, обусловливающей нарушение случайности спаривания важенок с хорами во время гона. Выявление конкретных причин нарушения генетического равновесия и редукции гетерозигот требует изучения системы разведения и его половозрастной структуры стада, а также исследования поголовья по половозрастным группам и расширения номенклатуры анализируемых STR-локусов.

CHANGES IN THE MICROSATELLITE PROFILE IN THE EXPERIMENTAL HERD REINDEER OF THE NENETS BREED

Nikolaev S.V. – Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Department of Reindeer Husbandry (ORCID 0000-0001-5485-4616), **Matyukov V.S.** – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher (ORCHID 0000-0001-), **Filatov A.V.** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, researcher (ORCID 0000-0003-4557-844x).

Yamal Experimental Station is a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences"

*fav6819@yandex.ru

ABSTRACT

The aim of the research is to evaluate changes in the allelic structure of DNA microsatellites in a herd of Nenets reindeer. The work was carried out in the Priuralsky district of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, on an experimental herd of animals belonging to the Yamal experimental station. The allelofund included a microsatellite profile of 300 deer obtained as a result of the 2018 study and 100 animals analyzed in 2022. It was found that significant transformations were observed at all loci, with the exception of NVHRT24. In the microsatellite profile of 2018, there were 6 alleles with a total frequency of 0.298, which were not detected in the 2022 studies. In 2022, 8 alleles with a total frequency of 0.105 not identified in the previous study were established. The Shannon index indicates a slight increase in genetic diversity in the analyzed population (by 0.059), as well as an increase in the observed heterozygosity of animals (by 0.074). The fixation index for all analyzed loci showed that both in the sample of 2018 and 2022, there was a deficit of heterozygotes in the study population, however, the data of 2022 indicate a decrease in the deficit of heterozygotes by 0.089. Analysis of the divergence of the population for individual loci indicates that the maximum divergence of the allelic structure occurred at the RT9 locus (d=0.331), RT30 (d=0.236) and NVHRT76 (d=0.231), and the maximum similarity was preserved for the loci NVHRT24 (d=0.007), RT1 (d=0.0014) and RT7 (d=0.0020). Thus, pronounced gene drift was observed in the studied population.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Dotsev A.V., Kharzinova V.R., Romanenko T.M., Laishev K.A., Brem G.G., Nikitkina E.V., Zinovieva N.A. Microsatellite-based heterozygosity-fitness correlations in reindeer// Journal of Animal Science. 2019. Т. 97. № S3. С. 266.

2. Kharzinova V.R., Dotsev A.V., Solovieva A.D., Fedorov V.I., Shimit L.D.O., Romanenko T.M., Senchik A.V., Sergeeva O.K., Goncharov V.V., Laishev K.A., Yuzhakov A.A., Brem G.G., Zinovieva N.A. Genetic variability of Russian domestic reindeer populations (Rangifer tarandus) by microsatellites// Journal of Animal Science. 2020. Т. 98. № 4. С. 237-238.

3. Radko A., Rychlik T. Use of blood group tests and microsatellite DNA markers for

parentage verification in a population of Polish Red-and-White cattle Annals of Animal Science. 2009; 9 (2): 119-125.
4. Van de Goor L. H. P., Panneman H. & Van Haeringen W. A. A proposal for standardization in forensic bovine DNA typing: allele nomenclature of 16 cattle-specific short tandem repeat loci, Animal Genetics 2009, 40, 630-636.
5. Артюшин И.В., Коноров Е.А., Курбаков К.А., Столповский Ю.А. Разработка системы праймеров для секвенирования митохондриального генома северного оленя Rangifer tarandus. Генетика. 2021. Т. 57. № 1. С. 103-107.
6. Лайшев К.А., Самандас А.М., Прокудин А.В., Романенко Т.М., Гончаров В.В., Мухамадеева Т.В. Ветеринарные и зоотехнические проблемы воспроизводства в северном оленеводстве и пути их решения. Достижения науки и техники АПК. 2013. № 11. С. 42-44.
7. Романенко Т.М. Применение биотехнологий в северном оленеводстве. В сборнике: Проблемы животноводства Северных стран. Материалы международной научно-практической конференции. 2005. С. 64-66.
8. Романенко Т.М., Калашникова Л.А., Филиппова Г.И., Лайшев К.А. Генетическая структура популяции северных оленей о. Колгуев Ненецкого автономного округа. Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 68-70.
9. Романенко Т.М., Митюков А.С. Экстерьерные особенности северных оленей острова Колгуев и Малоземельской тундры в сравнительном аспекте. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2011. № 24. С. 113-118.
10. Романенко Т.М., Харзинова В.Р., Лайшев К.А. Сравнительная характеристика микропопуляций северных оленей ненецкой породы Малоземельской тундры НАО. Генетика и разведение животных. 2020. № 2. С. 37-43.
11. Столповский Ю.А., Бабаян О.В., Каштанов С.Н., Пискунов А.К., Сёмина М.Т., Холодова М.В., Лайшев К.А., Южаков А.А., Романенко Т.М., Лисичкина М.Г., Дмитриева Т.И., Етылина О.В., Прокудин А.В., Свищёва Г.Р. Генетическая оценка пород северного оленя (Rangifer tarandus) и их дикого предка с помощью новой панели STR-маркеров. Генетика. 2020. Т. 56. № 12. С. 1410-1426.
12. Южаков А.А., Романенко Т.М., Лайшев К.А. Новые знания, методы и модели в разведении, экологии и эпизоотологии северных оленей. Санкт-Петербург - Пушкин, 2018.
13. Лайшев К.А., Южаков А.А., Казановский Е.С., Чеботарев Н.Т., Жариков Я.А., Карабанов В.П., Коковкина В.С. Оценка состояния здоровья северных оленей и формирование в пределах Ямало-Ненецкого автономного округа промежуточных генеалогических групп с высокими хозяйственными качествами. Отчет о НИР по ГК № 01-19/38. 21.06.2018.

REFERENCES

1. Dotsev A.V., Kharzinova V.R., Romanenko T.M., Laishev K.A., Brem G.G., Nikitkina E.V., Zinovieva N.A. Microsatellite-based heterozygosity-fitness correlations in reindeer// Journal of Animal Science. 2019. Vol. 97. No. S3. p. 266.
2. Kharzinova V.R., Dotsev A.V., Solovieva A.D., Fedorov V.I., Shimit L.D.O., Romanenko T.M., Senchik A.V., Sergeeva O.K., Goncharov V.V., Lai-shev K.A., Yuzhakov A.A., Brem G.G., Zinovieva N.A. Genetic variability of Russian domestic reindeer populations (Rangifer tarandus) by microsatellites// Journal of Animal Science. 2020. Vol. 98. No. 4. pp. 237-238.
3. Radko A., Rychlik T. Use of blood group tests and microsatellite DNA markers for parentage verification in a population of Polish Red-and-White cattle Annals of Animal Science. 2009; 9 (2): 119-125.
4. Van de Goor L. H. P., Panneman H. & Van Haeringen W. A. A proposal for standardization in forensic bovine DNA typing: allele nomenclature of 16 cattle-specific short tandem repeat loci, Animal Genetics 2009, 40, 630-636.
5. Artyushin I.V., Konorov E.A., Kurbakov K.A., Stolpovsky Yu.A. Development of a primer system for sequencing the mitochondrial genome of the reindeer Rangifer taran-

dus. Genetics. 2021. Vol. 57. No. 1. pp. 103-107.

6. Laishev K.A., Samandas A.M., Prokudin A.V., Romanenko T.M., Goncharov V.V., Mukhamadeeva T.V. Veterinary and zootechnical problems of reproduction in reindeer husbandry and ways to solve them. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2013. No. 11. pp. 42-44.

7. Romanenko T.M. Application of biotechnologies in reindeer herding. In the collection: Problems of animal husbandry of the Nordic countries. Materials of the international scientific and practical conference. 2005. pp. 64-66.

8. Romanenko T.M., Kalashnikova L.A., Filippova G.I., Laishev K.A. Genetic structure of the reindeer population of Kolguev Island of the Nenets Autonomous Okrug. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2014. No. 4. pp. 68-70.

9. Romanenko T.M., Mityukov A.S. Exterior features of the northern reindeer of Kolguev Island and the Little Earth tundra in a comparative aspect. Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University. 2011. No. 24. pp. 113-118.

10. Romanenko T.M., Kharzinova V.R., Laishev K.A. Comparative characteristics of micropopulations of reindeer of the Nenets breed of the Low-Earth tundra of the NAO. Genetics and animal breeding. 2020. No. 2. pp. 37-43.

11. Stolpovsky Yu.A., Babayan O.V., Kashtanov S.N., Piskunov A.K., Semina M.T., Kholodova M.V., Laishev K.A., Yuzhakov A.A., Romanenko T.M., Lisichkina M.G., Dmitrieva T.I., Etylina O.V., Prokudin A.V., Svishcheva G.R. Genetic evaluation breeds of reindeer (Rangifer tarandus) and their wild ancestor using a new panel of STR markers. Genetics. 2020. Vol. 56. No. 12. pp. 1410-1426.

12. Yuzhakov A.A., Romanenko T.M., Laishev K.A. New knowledge, methods and models in breeding, ecology and epizootology of reindeer. Saint Petersburg - Pushkin, 2018.

13. Laishev K.A., Yuzhakov A.A., Kazanovsky E.S., Chebotarev N.T., Zharikov Ya.A., Karabanov V.P., Kokovkina V.S. Assessment of the health status of reindeer and the formation of intermediate genealogical groups with high economic qualities within the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Research report. No. 01-19/38. 21.06.2018.

ХИРУРГИЯ

УДК: 612.843.215
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.284

ВОЗДЕЙСТВИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕТЧАТКИ КРОЛИКОВ

Вафиев А.С.[1,4] *– ст. лаборант каф. офтальмологии с курсом ИДПО, мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-0541-3248), **Концевая С.Ю.**[2] – д.-р вет. н., проф. каф. незаразной патологии (ORCID 0000-0003-3912-1590), **Азнабаев Б.М.**[1,4] – д-р. мед. н., проф. каф. офтальмологии с курсом ИДПО, ген. директор (ORCID 0000-0003-1796-8248), **Мусина Л.А.**[1] – д-р .биол. н., вед. науч. сотр. науч.-морф. лаб. института фунд. медицины (ORCID 0000-0003-1237-9284), **Прусаков А.В.**[3] – д-р .вет. н., зав. каф. внутренних болезней (ORCID 0000-0001-5582-5155), **Дибаев Т.И.**[1,4] – к. мед. н., доц. каф. офтальмологии с курсом ИДПО, зав. отд. коорд. науч. исследований (ORCID 0000-0002-7448-6037).

[1] – ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», [2] – ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет», [3] – ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», [4] – ЗАО «Оптимедсервис».

*a.s.vafiev@gmail.com

Ключевые слова: *электроретинограмма, низкочастотный ультразвук, сетчатка, гильотинный механизм.*

Key words: *electroretinogram, low-frequency ultrasound, retina, guillotine mechanism.*

Поступила: 15.06.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

В настоящее время тремя группами ученых ведутся разработки по внедрению и использованию низкочастотного ультразвука в хирургию сетчатки и стекловидного тела. Отсутствует достаточно данных и работ по изучению воздействия данного вида энергии на функциональную активность и структурное состояние сетчатки. В связи с этим нами были проведены экспериментальные и диагностические исследования с помощью современных и объективных методов. Цель исследования состояла в проведение анализа показателей электроретинограммы сетчатки кролика и сопоставление с гистологическими данными после удаления стекловидного тела с помощью низкочастотного ультразвука и механического воздействия. Были проведены эксперименты на кроликах породы Шиншилла (n=40). В экспериментальной группе (n=20) удаление стекловидного тела происходило с помощью низкочастотного ультразвука, в контрольной (n=20) с помощью гильотинного механизма. На 1, 7, 14 и сутки проводилась запись параметров a- и b- волны электроретинограммы. Также произ-

водили оценку структурного состояния сетчатки на гистологических срезах. На 1 сутки после оперативного вмешательства в обеих группах исследования происходило снижение всех параметров электроретинограммы, оценка гистологических данных показала наличие отека в большинстве слоев сетчатки. На 7 и 14 сутки параметры a- и b- волны восстанавливались, но не приходили в норму в обеих группах, на гистологических препаратах наблюдалось уменьшение отека во всех слоях сетчатки. На 30 сутки показатели a- и b- волны приходили в норму, что говорит о восстановлении функциональных свойств фоторецепторных клеток, биполярных и клеток Мюллера в обеих группах, на гистологических срезах слои сетчатки визуализировались четко без признаков отека. Анализ показателей электроретинограммы и гистологические данные показали, что использование низкочастотного ультразвука для удаления стекловидного тела может считаться безопасным и перспективным для дальнейшего развития.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

На сегодняшний день в качестве основного и стандартного метода удаления стекловидного тела при хирургических вмешательствах для лечения заболеваний сетчатки применяется фрагментатор с традиционным пневматическим гильотинным механизмом [1-3]. Стоит упомянуть, что данный метод имеет ряд ограничений, одно из них это снижение производительности при уменьшении калибра самого фрагментатора, что ведет к снижению эффективности всей системы [4, 5].

Актуальным является поиск новых высокоэнергетических технологий, направленных на уменьшение травматизации, повышение безопасности и эффективности хирургического лечения. Тремя группами ученых было предложено использование низкочастотного ультразвука для превращения стекловидного тела в легкоудаляемую эмульсию [6-9]. Благодаря увеличению скорости удаления стекловидного тела, достигаемое при помощи увеличения частоты резов, происходит уменьшение времени хирургического вмешательства, также преимуществом является снижение тракционного воздействия и риска ятрогенных осложнение [10]. В настоящее время нет достаточно данных о влиянии низкочастотного ультразвука на сетчатую оболочку. В связи с этим актуальным является проведение экспериментов для исследования характера воздействия данного вида энергии на функциональное и структурное состояние сетчатки.

На сегодняшний день метод электроретинографии является одним из объективных методов, который позволяет оценить функциональное состояние фоторецепторов, биполярных клеток, клеток Мюллера [11-16].

Цель исследования – провести анализ показателей электроретинограммы и гистологических данных сетчатки кролика после удаления стекловидного тела с помощью низкочастотного ультразвука и механического воздействия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Были проведены эксперименты на 40 кроликах породы Шиншилла (5±0,5 месяцев) весом 3±1 кг. Все опыты были выполнены в соответствии «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» 1986 г., Приказом Министерства здравоохранения России от 01.04.2016 г. № 199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики». Диагностические исследования были выполнены на 1, 7, 14 и 30 сутки. Была произведена блочная рандомизация животных (с применением генератора случайных чисел). В экспериментальной группе (n=20) производили оперативное вмешательство для удаления стекловидного тела при помощи фрагментатора калибра 25 G с использованием низкочастотного ультразвука (УЗ). Рабочая частота инструмента составляла 32 кГц, максимальная амплитуда 20 мкм. В контрольной группе (n=20) применялся фрагментатор калибра 25 G с использованием гильотинного механизма (ГМ), ча-

стота резов составила 6000 рез/мин. Время экспозиции составило 300 сек. Все манипуляции были выполнены на универсальной офтальмологической микрохирургической системе «Оптимед Профи» (ЗАО «Оптимедсервис», Россия). Всех животных фиксировали в стерильной хирургической простыне и располагали на операционном столе. Для обеспечения стабильной седации животных перед операцией вводили внутримышечно раствор «Ксилазин 2%» (1 мг на 1 кг веса), для общей анестезии вводили «Золетил 100» (7,5 мг на 1 кг веса), также расширяли зрачок с помощью закапывания каплями в конъюнктивальный мешок «Мидримакс» (по 1 капле в каждый глаз). Для проведения электроретинографии использовали комплекс для электрофизиологических исследований Tomey EP-1000 (Tomey Corporation, Япония). Накладывались 3 электрода: линзу-присоску на роговицу глаза, референтный и заземляющий электроды располагали подкожно в области лобной кости (рис. 1). Производили запись электроретинограммы после 20 минутной темновой адаптации для получения максимального ответа (рекомендации ISCEV), импеданс не превышал 4 кОм, записывали параметры амплитуды и латентности a- и b- волны (рис. 2).

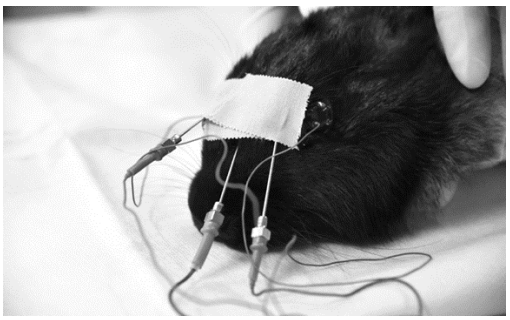


Рис. 1. Наложение электродов при регистрации и записи электроретинограммы кролика.

После оперативного вмешательства на каждые сроки эксперимента выводили по 10 кроликов путем передозировки барбитуратов и готовили гистологические препараты по стандартной методике. В течение 3-5 суток фиксировали в 10% растворе забуференного формалина по Лилли, далее обезвоживали в спиртах восходящей концентрации. Следующим этапом изготавливали срезы на на микротоме LEICA RM 2145 RTS (Leica, Германия). Полученные препараты окрашивали гематоксилином и эозином, по методу Ван-Гизона. Дальнейшее микрофотографирование производилось на световом микроскопе AXIO IMAGER-Z1 (Carl Zeiss, Германия) на увеличениях от ×100 до ×800.

Сравнение полученных количественных параметров амплитуды (мкВ) и латентности (мс) a- и b- волн проводилось при помощи программы Statistica v.11 (StatSoft, США), данные представлены в виде M±Sd, где M – выборочное среднее, Sd – стандартное отклонение. Также применялся непараметрический критерий Манна-Уитни, статистически значимыми различия считались при $p<0,05$.

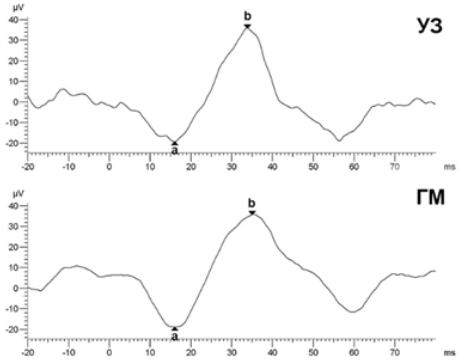


Рис. 2. Электроретинограмма кроликов экспериментальной (УЗ) и контрольной (ГМ) группы до оперативного вмешательства.

Результаты / Results

Спустя сутки после оперативного вмешательства все параметры a- и b- волны электроретинограммы кроликов понижалась как в экспериментальной, так и в контрольной группе (рис. 3). Это свидетельствует о понижении функциональной активности наружных слоев сетчатки в центре. Межгрупповых статистических значимых различий между амплитудой (p=0,7913), латентностью (p=0,0757) a-волны, амплитудой (p=0,5454) и латентностью (p=0,4104) b- волны найдено не было.

Спустя 1 сутки после оперативного вмешательства в экспериментальной и контрольной группах на гистологических препаратах были выявлены изменения в виде отека, происходило разрежение структур в большинстве слоев сетчатки, цитоплазма четко не просматривалась (рис. 4, 5).

На 7 сутки после оперативного вмешательства амплитуда и латентность a- и b- волн в экспериментальной и контрольной группах незначительно возрастала, это говорит о тенденции к восстановлению функциональной активности фоторецепторов, биполярных клеток и клеток Мюллера (рис. 6). Межгрупповых статистических значимых различий между амплитудой (p=0,3643), латентностью (p=0,0757) a- волны, амплитудой (p=0,5205) и латентностью (p=0,3447) b-волны также найдено не было.

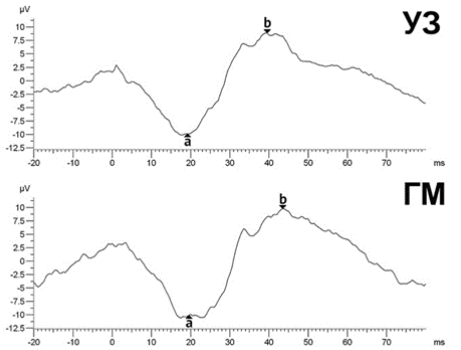


Рис. 3. Электроретинограмма кроликов экспериментальной (УЗ) и контрольной (ГМ) группы на 1 сутки после оперативного вмешательства.

Спустя 7 суток после оперативного вмешательства описанные изменения сетчатки всех кроликов были выражены в меньшей степени. Признаки отека в наружном ядерном и внутреннем ядерном слоях уменьшались как в экспериментальной, так и в контрольной группах. (рис. 7, 8).

Спустя 14 суток после оперативного вмешательства амплитуда и пиковая латентность a- и b- волн в обеих группах продолжала восстанавливаться и стремилась к дооперационным значениям (рис. 9). Межгрупповых статистических значимых различий между амплитудой (p=0,3846), латентностью (p=0,7337) a-волны, амплитудой (p=0,9698) и латентностью (p=0,6775) b- волны найдено не было.

Спустя 14 суток на гистологических препаратах в экспериментальной и контрольной группах проявления морфологических изменений практически исчезали, оставались признаки отека в виде вакуолей около отдельных нейронов. Межклеточные связи между сегментами фоторецепторов восстанавливались (рис. 10, 11).

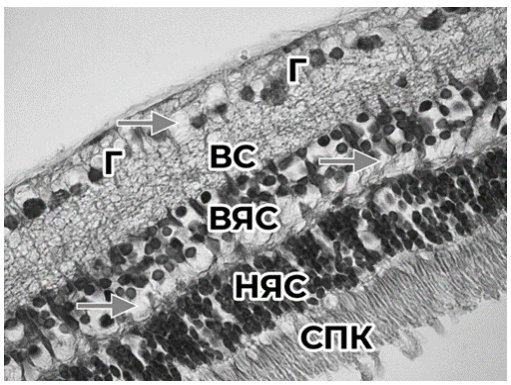


Рис. 4. Структура сетчатки кролика в экспериментальной группе на 1 сутки. Разрежение наружного ядерного слоя (НЯС) и внутреннего ядерного слоя (ВЯС); отек (↑). ВСС – внутренний сетчатый слой; СПК – слой палочек и колбочек; Г – ганглиозные нейроны. Увел.×400.

Спустя 30 суток после оперативного вмешательства амплитуда и латентность a - и b- волн электроретинограммы полностью восстанавливалась к дооперационным значениям, это свидетельствует о полном функциональном восстановлении фоторецепторных клеток, клеток Мюллера и биполоряных клеток (рис. 12). Межгрупповых статистических значимых различий между амплитудой (p=0,3075), латентностью (p=0,4727) a- волны, амплитудой (p=0,9397) и латентностью (p= 0,7054) b- волны найдено не было.

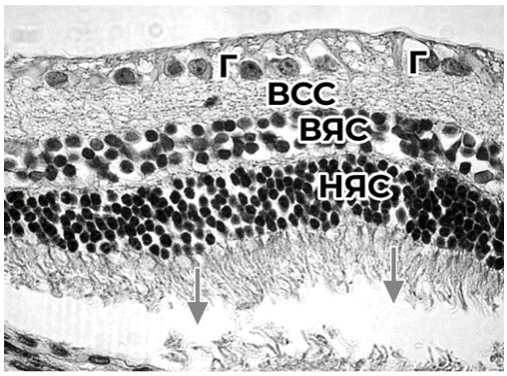


Рис. 5. Структура сетчатки кролика на 1 сутки в контрольной группе. Отек в слоях сетчатки (↑). НЯС – наружный ядерный слой; ВСС – внутренний сетчатый слой; ВЯС – внутренний ядерный слой; Г – ганглиозные нейроны.Увел.×400.

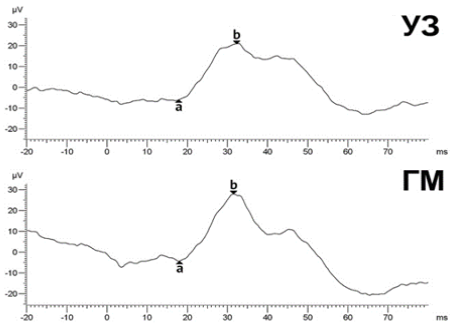


Рис. 6. Электроретинограмма кроликов экспериментальной (УЗ) и контрольной (ГМ) группы на 7 сутки после оперативного вмешательства.

Спустя 30 суток после оперативного вмешательства на гистологических препаратах в обеих группах сетчатки кроликов выглядела интактной, признаков отека не обнаруживалось. Структура слоев выглядела ровной, межклеточные пространства были одинаковой ширины, все нейроны были нормальной формы (рис 13, 14).

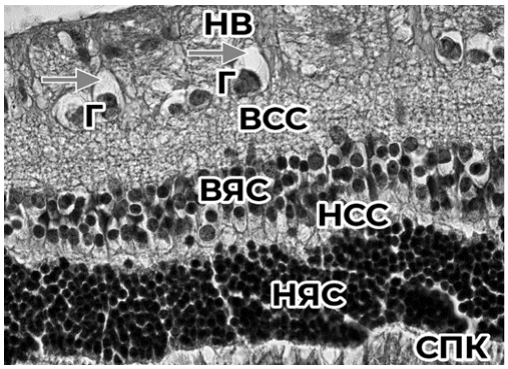


Рис. 7. Структура сетчатки кролика в экспериментальной группе на 7 сутки. Отек (↑); СПК – слой палочек и колбочек; НЯС – наружный ядерный слой; НСС – наружный сетчатый слой; ВЯС – внутренний ядерный слой; ВСС – внутренний сетчатый слой; Г – ганглиозные нейроны; Нв – нервные волокна. Увел.×400.

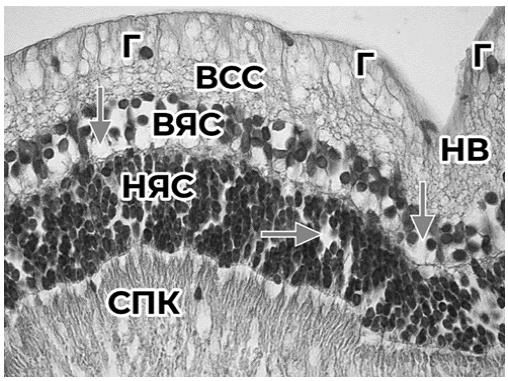


Рис. 8. Структура сетчатки кролика на 7 сутки в контрольной группе. Отек (↑). СПК – слой палочек и колбочек; НЯС – наружный ядерный слой; ВЯС – внутренний ядерный слой; ВСС – внутренний сетчатый слой; Г – ганглиозные нейроны; Нв – слой нервных волокон. Увел.×400.

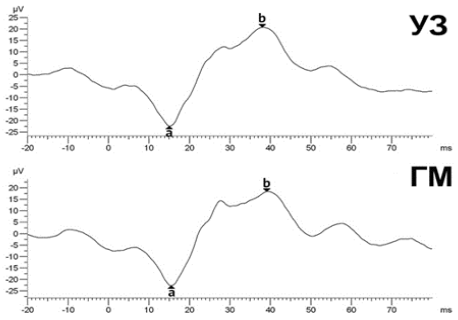


Рис. 9. Электроретинограмма кроликов экспериментальной (УЗ) и контрольной (ГМ) группы на 14 сутки после оперативного вмешательства

По результатам проведенного комплексного анализа параметров электроретинограммы и гистологических данных, мы получили схожие изменения на все сроки исследования в обеих группах сравнения. На 1 сутки происходило угнетение параметров амплитуды (20,7±6,3 мкВ в экспериментальной и 21,6±5,8 мкВ в контрольной группах соответственно), латентности (16,2±1,9 мс в экспериментальной и 15,4±2,2 мс в контрольной группах соответственно) а- волны и амплитуды (69,4±7,2 мкВ в экспериментальной и 71,2±6,3 мкВ в контрольной группах соответственно), латентности (32,5±6,4 мс в экспериментальной и 34,2±6,2 мс в контрольной группах соответственно) b- волны электроретинограммы, на гистологических препаратах наблюдали признаки отека в большинстве слоев сетчатки. На 7 сутки показатели амплитуды (27,3±6,2 мкВ в экспериментальной и 27,3±5,7 мкВ в контрольной группах соответственно), латентности (11,9±1,2 мс в экспериментальной и 13,2±1,2 мс в контрольной группах соответственно) а- волны и амплитуды (84,8±6,8 мкВ в экспериментальной и 85,7±6,6 мкВ в контрольной группах соответственно), латентности (33,2±6 мс в экспериментальной и 34,1±5,7 мс в контрольной группах соответственно) b- волны электроретинограммы начинали восстанавливаться. На 14 сутки параметры амплитуды (30,0±6,5 мкВ; 33,2±5,5 мкВ в контрольной группах соответственно), латентности (14,9±1,1 мс в экспериментальной и 14,8±1,2 мс в контрольной группах соответственно) а- волны и амплитуды (88,8±6,4 мкВ в экспериментальной и 89,9±6,2 мкВ в контрольной группах соответственно), латентности (34,9±6,1 мс в экспериментальной и 34,9±6,4 мс в контрольной группах соот-

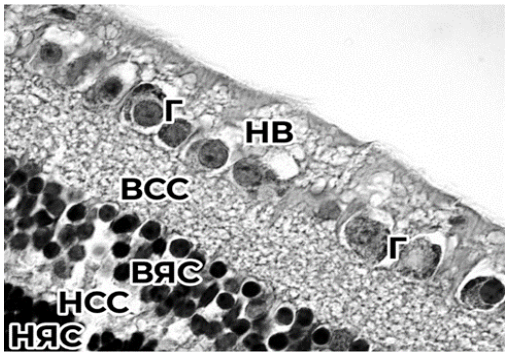


Рис. 10. Структура сетчатки кролика в экспериментальной группе на 14 сутки. НЯС – наружный ядерный слой; НЯС – наружный сетчатый слой; ВЯС – внутренний ядерный слой; ВСС – внутренний сетчатый слой; Г – ганглиозные нейроны; НВ – слой нервных волокон. Окраска по Ван-Гизону. Увел.×800.

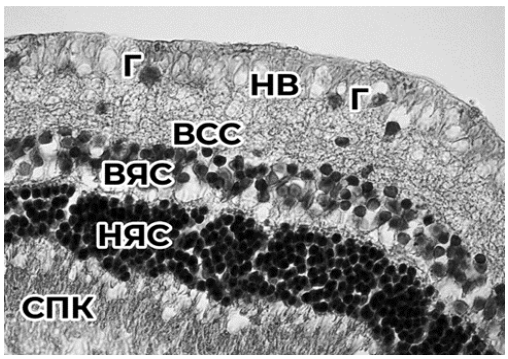


Рис. 11. Структура сетчатки кролика в контрольной группе на 14 сутки. СПК – слой палочек и колбочек; НЯС – наружный ядерный слой; ВСС – внутренний сетчатый слой; ВЯС – внутренний ядерный слой; ВСС – внутренний сетчатый слой; Г – ганглиозные нейроны; НВ – слой нервных волокон. Увел.×630.

ветственно) b- волны после оперативного вмешательства продолжали восстанавливаться, структурно-морфологические изменения также были менее выражены. К 30 суткам показатели амплитуды (33,7±6,3 мкВ в экспериментальной и 34,4±6,2 мкВ в контрольной группах соответственно), латентности (14,6±1,5 мс в экспериментальной и 14,9±1,2 мс в контрольной группах соответственно) a- волны и амплитуды (89,9±5,6 мкВ в экспериментальной и 90,9±6,1 мкВ в контрольной группах соответственно), латентности (44,8±4,0 мс в экспериментальной и 44,8±4,1 мс в контрольной группах соответственно) b- волны достигали дооперационных значений, что говорит о восстановлении функциональной активности сетчатки, также морфологическая картина приходила в норму, сетчатка выглядела интактной.

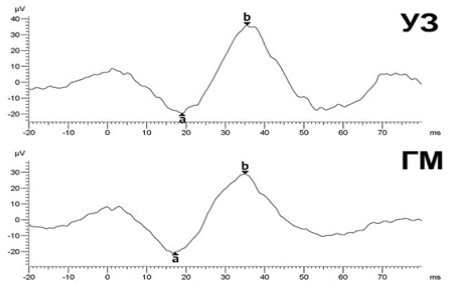


Рис. 12. Электроретинограмма кроликов экспериментальной (УЗ) и контрольной (ГМ) группы на 30 сутки после оперативного вмешательства.

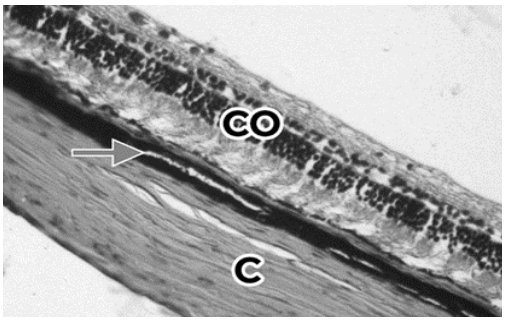


Рис. 13. Структура сетчатки кролика в экспериментальной группе на 30 сутки. СО – сетчатая оболочка глаза; хориоидея (↑); С – склера. Увел.×100 .

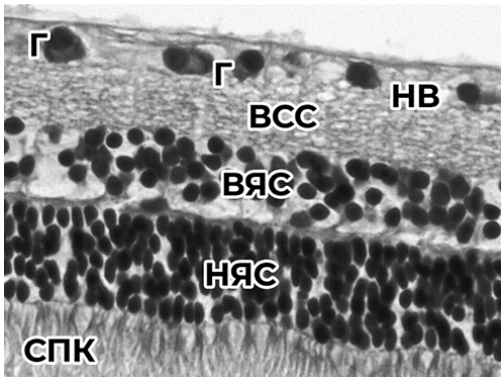


Рис. 14. Структура сетчатки кролика в контрольной группе на 30 сутки. СПК - слой палочек и колбочек; НЯС- наружный ядерный слой; ВЯС - внутренний ядерный слой; ВСС – внутренний сетчатый слой; Г – ганглиозные нейроны; НВ - слой нервных волокон. Увел.×100.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Исходя из проведенного анализа амплитуды и латентности a- и b- волн электроретинограммы и результатов гистологических исследований можно заключить, что использование фрагментатора на основе низкочастотного ультразвука является безопасным и перспективным для дальнейшего применения в хирургии сетчатки и стекловидного тела.

THE EFFECT OF LOW-FREQUENCY ULTRASOUND ON THE FUNCTIONAL AND MORPHOLOGICAL STATE OF THE RETINA OF RABBITS

Vafiev A.S.[1,4] – senior laboratory assistant, junior research assistant; **Kontsevaya S.Y.**[2] – doctor of veterinary sciences, Professor of the department; **Aznabaev B.M.**[1,4] – doctor of medical sciences, Professor of the department, General manager; **Prusakov A.V.**[3] – doctor of veterinary sciences, Head of the Department; **Dibaev T.I.**[1,4] – PhD of medical science, Associate Professor, Head of the Research Coordination Department

[1] – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "BSMU"; [2] – Federal State Budgetary Educational In-

stitution of Higher Education "BelSAU"; [3] – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "SPbSUVM"; [4] – ZAO "Optimedservice".
*a.s.vafiev@gmail.com

ABSTRACT

Currently, three groups of scientists are developing the introduction and use of low-frequency ultrasound in retinal and vitreous surgery. There is not enough data and work to study the effects of this type of energy on the functional activity and structural state of the retina. In this regard, we conducted experimental and diagnostic studies using modern and objective methods. The main purpose of this article is analyzing the parameters of the electroretinogram of the rabbit retina and compare it with histological data after removal of the vitreous body using low-frequency ultrasound and mechanical action. Experiments were conducted on Chinchilla rabbits (n=40). In the experimental group (n=20), vitreous removal was performed using low-frequency ultrasound, in the control group (n=20) using a guillotine mechanism. On the 1st, 7th, 14th and 14th days, the parameters of the a- and b-waves of the electroretinogram were recorded. The structural state of the retina was also evaluated on histological sections. On the 1st day after surgery in both study groups there was a decrease in all parameters of the electroretinogram, the evaluation of histological data showed the presence of edema in most layers of the retina. On days 7 and 14, the parameters of the a- and b-waves were restored, but did not return to normal in both groups, a decrease in edema in all layers of the retina was observed on histological preparations. On day 30, the a- and b-wave indicators returned to normal, which indicates the restoration of the functional properties of photoreceptor cells, bipolar and Muller cells in both groups, the retinal layers were clearly visualized on histological sections without signs of edema. Analysis of electroretinogram parameters and histological data showed that the use of low-frequency ultrasound for vitreous removal can be considered safe and promising for further development.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bringmann, A. Morphology of partial-thickness macular defects: presumed roles of Müller cells and tissue layer interfaces of low mechanical stability / A. Bringmann, J. D. Unterlauft, R. Wiedemann, M. Rehak, P. Wiedemann // Int. J. Retina Vitreous. – 2020. – № 6. – P. 28. – DOI: 10.1186/s40942-020-00232-1.
2. Saxena, S. Vitreoretinal surgery / S. Saxena, C.H. Meyer, M. Ohji, L. Akduman // London: Jaypee Brothers Medical Publishers. 2012. – 442 p.
3. Pavlidis, M. Two-Dimensional Cutting (TDC) Vitrectome: In vitro flow assessment and prospective clinical study evaluating core vitrectomy efficiency versus standard vitrectome / M. Pavlidis // Hindawi Journal of Ophthalmology. – 2016. – P. 1–6. – DOI: 10.1155/2016/3849316.
4. Mohamed, S. Review of Small Gauge Vitrectomy: Progress and Innovations / S. Mohamed, C. Claes, C.W. Tsang // Hindawi Journal of Ophthalmology. – 2017. – P. 1–9. – DOI: 10.1155/2017/6285869.
5. Pastor-Idoate, S. Ultrastructural and histopathologic findings after pars plana vitrectomy with a new hypersonic vitrector system. Qualitative preliminary report / S. Pastor-Idoate, R. Bonshek, L. Irion, I. Zambrano, P. Carlin, A. Mironov et al. // PLOS one. – 2017. – № 4. – P. 1–16. DOI: 10.1371/journal.pone.0173883.
6. Aznabaev, B.M. Twenty-five gauge ultrasonic vitrectomy: experimental and clinical performance analysis / B.M. Aznabaev, T.I. Dibaev, T.R. Mukhamadeev, A.S. Vafiev, I. Kh. Shavaliev // Retina. – 2020. – № 7. – P. 1443–1450. – DOI: 10.1097/IAE.0000000000002863.
7. Stanga, P.E. Performance analysis of a new hypersonic vitrector system / P.E. Stanga, S. Pastor-Idoate, I. Zambrano, P. Carlin, D. McLeod // Plos One. – 2017. – № 12. – P. 1–15. DOI: 10.1371/journal.pone.0178462.
8. Wuchinich, D. Ultrasonic vitrectomy instrument / D. Wuchinich // Physics Procedia. 2015. – № 63. – P. 217–222. – DOI: 10.1016/j.phpro.2015.03.035.
9. Азнабаев, Б.М. Ультразвуковая витрэк-

томия: исследование скорости удаления стекловидного тела в эксперименте и клинике / Б.М. Азнабаев, Т.И. Дибаев, Т.Р. Мухамадеев, А.С. Вафиев, И.Х. Шавалиев // Практическая медицина. – 2018. – № 6(4). – Р. 56–62.
10. Zueva, M.V. Fundamental ophthalmology: the role of electrophysiological research / M.V. Zueva // Bulletin of ophthalmology. 2014. – № 6. – P. 28–29.
11. Hubschman, J.P. Effect of cutting phases on flow rate in 20-, 23- and 25-gauge vitreous cutters / J.P. Hubschman, J.L. Bourges, I. Tsui et al. // Retina. – 2009. – Vol. 29. – № 9. – P.1289-1293. DOI: 10.1097/IAE.0b013e3181acd3a9.
12. Thompson, D.A. ISCEV extended protocol for the dark-adapted red flash ERG / D.A. Thompson et al. // Doc. Ophthalmol. – 2018. – Vol. 136. – № 3. – P.191–197.
13. Hassankarimi, H. Analysis of pattern electroretinogram signals of early primary open-angle glaucoma in discrete wavelet transform coefficients domain / H. Hassankarimi, S.M.R. Noori, E. Jafarzadehpour, S. Yazdani et al. // Int. Ophthalmol. – 2019. – Vol. 39. – № 10. – P. 2373–2383.
14. Fukuo, M. Screening for diabetic retinopathy using new mydriasis-free, full-field flicker ERG recording device / M. Fukuo, M. Kondo, A. Hirose, H. Fukushima et al. // Sci. Rep. – 2016. – Vol. 6. – P. 36591.
15. Miyata, R. Supernormal flicker ergs in eyes with central retinal vein occlusion: clinical characteristics, prognosis, and effects of Anti-VEGF agent / R. Miyata, M. Kondo, K. Kato, M. Sugimoto et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2018. – Vol. 59, № 15. – P. 5854–5861.
16. Вафиев, А.С. Функциональное состояние сетчатки кроликов после воздействия низкочастотного ультразвука: анализ показателей электроретинограммы / А.С. Вафиев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2022. Т. 26. No 1. С. 62–68. DOI: 10.22363/2313-0245-2022-26-1-62-68.

REFERENCES

1. Bringmann A, Unterlauft JD, Wiedemann R, Rehak M, Wiedemann P. Morphology of partial-thickness macular defects: presumed roles of Müller cells and tissue layer interfaces of low mechanical stability. Int. J. Retina Vitreous, 2020, № 6, p. 28, doi: 10.1186/s40942-020-00232-1.
2. Saxena S, Meyer CH, Ohji M, Akduman L. Vitreoretinal surgery / S. Saxena, C.H. Meyer, M. Ohji, L. Akduman. London: Jaypee Brothers Medical Publishers. 2012. – 442 p.
3. Pavlidis M. Two-Dimensional Cutting (TDC) Vitrectome: In vitro flow assessment and prospective clinical study evaluating core vitrectomy efficiency versus standard vitrectome. Hindawi Journal of Ophthalmology, 2016, p. 1–6, doi: 10.1155/2016/3849316.
4. Mohamed S. Claes C, Tsang C.W. Review of Small Gauge Vitrectomy: Progress and Innovations. Hindawi Journal of Ophthalmology, 2017, p. 1–9, doi: 10.1155/2017/6285869.
5. Pastor-Idoate S, Bonshek R, Irion L, Zambrano I, Carlin P, Mironov A. Ultrastructural and histopathologic findings after pars plana vitrectomy with a new hypersonic vitrector system. Qualitative preliminary report. PLOS one, 2017, № 4, p. 1–16, doi: 10.1371/journal.pone.0173883.
6. Aznabaev BM, Dibaev TI, Mukhamadeev TR, Vafiev AS, Shavaliev Ikh. Twenty-five gauge ultrasonic vitrectomy: experimental and clinical performance analysis. Retina, 2020, № 7, p. 1443–1450, doi: 10.1097/IAE.0000000000002863.
7. Stanga PE, Pastor-Idoate S, Zambrano I, Carlin P, McLeod D. Performance analysis of a new hypersonic vitrector system. Plos One. 2017, № 12, p. 1–15, doi: 10.1371/journal.pone.0178462.
8. Wuchinich D. Ultrasonic vitrectomy instrument. Physics Procedia. 2015, № 63, p. 217–222, doi: 10.1016/j.phpro.2015.03.035.
9. Aznabaev BM, Dibaev TI, Mukhamadeev TR, Vafiev AS, Shavaliev Ikh. Ultrasonic vitrectomy: performance evaluation in experimental and clinical conditions. Practical Medicine. 2018, № 6(4), P. 56–62.
10. Zueva MV. Fundamental ophthalmology: the role of electrophysiological research. Bulletin of ophthalmology. 2014, № 6, p. 28–29.

УДК: 616.348-007.59:636.1
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.293

АНАЛИЗ ПРИЧИН ЗАВОРОТА БОЛЬШОЙ ОБОДОЧНОЙ КИШКИ У ЛОШАДЕЙ

Погорелов М. А. * – соискатель каф. общей, частной и оперативной хирургии;
Стекольников А. А. – д-р вет. н., проф., академик РАН

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

*dnm_erfolg@mail.ru

Ключевые слова: *лошади, колики, заворот большой ободочной кишки, этиология.*

Key words: *horses, colic, volvulus of the large colon, etiology.*

Поступила: 15.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ

Заболевания желудочно-кишечного тракта, являются одной из самых распространенных причин смертности среди спортивных лошадей. Заворот большой ободочной кишки, является одной из самых тяжелых форм заболеваний желудочно-кишечного тракта лошадей. Болезнь протекает остро и требует немедленной госпитализации и оперативного вмешательства. При полном завороте большой ободочной кишки, при условии отсутствия оперативного лечения, смерть наступает в 100 процентах случаев. Ограниченное количество и труднодоступность профильных клиник, способных выполнить данную операцию, делает актуальной проблему профилактики, а также своевременного выявления и лечения сопутствующих заболеваний способных спровоцировать заворот большой ободочной кишки. В данной статье мы провели анализ литературных данных по данной проблеме, а также приводим собственную статистику, полученную в ходе сбора анамнеза у пациентов с диагнозом – заворот большой ободочной кишки, прооперированных в нашей клинике в период 2021-2023гг. Основными причинами, которые могут спровоцировать заворот большой ободочной кишки считаются грубые нарушения в технологии кормления и содержания лошадей, отсутствие условий для ежедневного моциона, применение лекарственных препаратов, побочным действием которых могут являться воспалительные процессы в желудочно-кишечном тракте, отсутствие контроля за состоянием зубов, недавняя выжеребка у кобыл. За период 2021-2023 гг. в нашей клинике было прооперировано двенадцать пациентов с диагнозом заворот большой ободочной кишки. Шесть из них кобылы, одна поступила через три недели после выжеребки, пять меринов в возрасте 7, 10, 16 и 19 лет и один жеребец.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Успешное оперативное лечение заворота большой ободочной кишки — это сложная хирургическая процедура, требующая как специального технического оснащения клиники, так и наличие обученной хирургической бригады. При этом клиника должна располагаться как можно ближе, чтобы доставка пациента занимала как можно меньше времени.

Болезнь характеризуется стремительным ухудшением состояния пациента, обусловленным развитием эндотоксимического шока, глубокими гемодинамическими нарушениями, сильным болевым синдромом и стрессом [1]. Все вышеперечисленное, даже при успешном исходе операции, является причиной многих тяжелых постоперативных осложнений, таких как: паралитический илеус, вторичные инфекции респираторной системы, перитонит и т.д. [1] [2].

Как само оперативное лечение, так и реабилитация после операции требует нахождения лошади в специализированной клинике, иногда на длительный (до двух месяцев) срок, что несет за собой значительные финансовые затраты. Средний срок возвращения к рабочим нагрузкам у таких лошадей, по нашему опыту, составляет 6 месяцев и требует повышенного внимания со стороны владельца к диете и содержанию, что так же несет многие финансовые и моральные траты.

Учитывая то, что зачастую заворот большой ободочной кишки развивается не сразу, а является следствием более легких заболеваний желудочно-кишечного тракта лошади [1], [3], то их своевременное консервативное лечение и профилактика выходят на первое место.

Не последнюю роль в проблеме лечения заворота большой ободочной кишки играет и крайне малое количество профильных клиник, способных выполнять подобные операции. Зачастую время доставки пациента после обнаружения клинических признаков колик делает оперативное лечение бессмысленным.

В связи с вышеперечисленным выявление и понимание причин, приводящих к завороту большой ободочной кишки у лошадей и своевременное их устранение, становится актуальным и способно значительно снизить количество эпизодов количных заболеваний в хозяйствах, уменьшить финансовые затраты на лечение и значительно сократить время вынужденного простоя лошадей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследование проводилось на базе ветеринарной клиники «Форсайд», расположенной в Ленинградской области и специализирующейся на лечении лошадей, в том числе и оперативных вмешательствах по поводу заболеваний желудочно-кишечного тракта лошадей.

Работа состояла из анализа данных, по данной проблематике, из доступных зарубежных и отечественных литературных источников. Так же был проведен ретроспективный анализ историй болезни пациентов, проходивших лечение в клинике с диагнозом заворот большой ободочной кишки, за период 2021- 2023 гг.

В ходе написания статьи были исследованы 12 историй болезни пациентов, перенесших операции по поводу заворота большой ободочной кишки. Истории болезни пациентов содержат такие данные как: пол, возраст, спортивный уровень, данные о недавнем приеме лекарств и ранее перенесенных заболеваниях, общем состоянии пациента при поступлении в клинику, предварительном диагнозе, назначенном лечении, исходе и периоде реабилитации до момента выписки пациента.

В данной работе учитывались: время года, пол, возраст, порода, уровень спортивных нагрузок, эпизоды ранее перенесенных заболеваний и приема лекарств.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

В ходе написания данной статьи, было проанализировано более десятка исследовательских работ зарубежных авторов по проблематике причин возникновения острых заболеваний желудочно-кишечного тракта лошадей, опубликованных в период с 1990 по 2022 гг. Так же проведен ретроспективный анализ историй болезни собственных пациентов клиники «Форсайд», работающей на территории Ленинградской области за период 2021-2023 гг, охватывающий данные 12 лошадей.

Лечение заворота большой ободочной кишки лошадей, связанно со значительными интраоперационными и постоперационными рисками и требует длительной реабилитации. Это влечет за собой, как

значительные финансовые затраты, обусловленные госпитализацией, так и не редко смертью пациента. В связи с этим становится актуальным понимание причин и своевременная профилактика, как желудочно-кишечных заболеваний лошадей в целом, так и заворота большой ободочной кишки, в частности.

Этиология заболевания имеет множество факторов и не изучена до конца [1], однако, можно выделить несколько основных причин, предрасполагающих к развитию данной патологии.

По наблюдению некоторых авторов, в группу риска попадают кобылы в первые недели после выжеребки [4] [5] [6], связано это, по всей видимости, с тем, что после родов имеется довольно большое пустое пространство в области тазового изгиба большой ободочной кишки, что в совокупности со свободным его расположением в брюшной полости способствует завороту.

Однако, для всех без исключения лошадей, включая и недавно ожеребившихся кобыл, значительным фактором риска возникновения заболеваний желудочно-кишечного тракта является нарушение технологии кормления. Зачастую смена кормов, сена, резкий переход на свежую траву могут способствовать развитию воспаления, связанного с нарушением микробиологической среды кишечника и, как следствие, излишнего газообразования. Что в свою очередь, помимо, так называемых «газовых колик» способно спровоцировать развитие заворота большой ободочной кишки. Не последнюю роль в этом процессе играет и культура ухода за лошадьми. Длительное голодание, либо переедание также является фактором риска [7][8].

Бесконтрольный прием лекарств, особенно противовоспалительных средств способен вызвать воспаление в желудочно-кишечном тракте лошади. В литературных источниках встречаются сообщения о возникновении гастрита и язвы желудка, а также воспаления в правой восходящей части большой ободочной кишки (правосторонний колит), обусловленного длительным приемом таких препаратов как: фенилбутазон, флюниксин и мелоксикам. Патофизиология и причина локализации в правом отделе неизвестна, однако по мнению авторов, применение данных препаратов способно нарушить барьерную функцию и микроциркуляцию слизистой оболочки в правом восходящем отделе большой ободочной кишки [9].

Неудовлетворительные условия содержания лошадей в конюшнях с отсутствием возможности регулярного моциона и свободного выгула также является предрасполагающим фактором к возникновению колик. Круглосуточное содержание лошадей в деннике и отсутствие возможности свободно двигаться негативно сказывается на работе желудочно-кишечного тракта лошадей и особенно большой ободочной кишки, вызывая в ней застой кормовых масс и как следствие плохое их переваривание и воспаление [10] [11]. Помимо этого, существуют исследования, наглядно показывающие, что перистальтика у лошадей на денниковом содержании снижена, по сравнению с лошадьми, имеющими возможность свободного выгула [12]. Сюда же можно отнести нерегулярные спортивные нагрузки, транспортировку, участие в спортивных соревнованиях и т.д. Пиковые физические нагрузки и стресс, чередующиеся с гиподинамией, нередко становятся причиной развития колик с риском возникновения заворота большой ободочной кишки [6] [7]

Как уже отмечалось, лечение заворота большой оболочной кишки, а также многих других заболеваний желудочно-кишечного тракта лошадей возможно лишь в специализированных клиниках, оборудование и уровень подготовки персонала которых, позволяет выполнять сложные хирургические вмешательства.

Статистика клиники «Форсайд», приведенная в таблице 1, охватывает пациентов, перенесших оперативное вмешательство с диагнозом – заворот большой ободочной кишки в период с 2021 по 2023 гг. Анализируя данные об их содержании,

Таблица1

Статистические данные пациентов, проходивших лечение в клинике «Форсайд» с диагнозом: заворот большой ободочной кишки.

№	Пол	Дата обращения	Возраст лет	Порода	Уровень спортивной нагрузки	Ранее проводимое лечение
1	Кобыла	март	6	Ганноверская	матка	Лечение от колик на конюшне в течение 8 часов. Спазмолитики, НПВС
2	Кобыла	сентябрь	5	Фелл пони	любительский	Лечение от колик на конюшне в течение 12 часов. Спазмолитики, НПВС
3	Кобыла	январь	11	Украинская верховая	матка	Данных о лечении нет
4	Кобыла	май	14	Метис	любительский	Лечение на конюшне в течение 24 часов. Легкие колики, понос.
5	Кобыла	июнь	10	Голландская теплокровная	матка	Ожеребилась за три недели до поступления в клинику.
6	Кобыла	июль	13	Ганноверская	матка	Ожеребилась за две недели до поступления в клинику.
7	Мерин	сентябрь	19	Ганноверская	выездка	Доставили в клинику сразу после обнаружения клинических признаков.
8	Мерин	апрель	7	Буденовская	пробеги	Лечение от колик на конюшне в течение 48 часов. Спазмолитики, НПВС, прокинетики.
9	Мерин	ноябрь	10	Советский тяжеловоз	любительский	Лечение от колик на конюшне в течение 12 часов. Спазмолитики, НПВС, прокинетики.
10	Мерин	апрель	10	Владимирский тяжеловоз	любительский	Лечение от колик на конюшне в течение 12 часов. Спазмолитики, НПВС, прокинетики
11	Мерин	ноябрь	16	Ганноверская	любительский	Лечение от колик на конюшне в течение 6 часов. Спазмолитики, НПВС, прокинетики
12	Жеребец	апрель	10	Англо-тракененская помесь	пробеги	Лечение от колик на конюшне в течение 24 часов. Спазмолитики, НПВС, прокинетики

режиме использования и кормления перед поступлением в клинику и о ранее применяемом лечении, с уверенностью можно сказать, что основной причиной развития заворота большой ободочной кишки для Ленинградской области, наряду со всеми вышеперечисленными, является позднее обращение в клинику и попытки лечить колики самостоятельно. Восемь из двенадцати пациентов, получали лечение на конюшне под контролем врача, либо без него в течение от 8 до 48 часов с момента обнаружения клинических признаков до принятия решения о транспортировке в клинику.

Обращает на себя внимание и выраженная сезонность подъема заболеваний желудочно-кишечного тракта лошадей, с пиками весна-осень, что соответствует и литературным данным [13]. Связано это со сменой кормов, резким переходом на свежую траву, либо наоборот, на сено нового урожая.

Девять из двенадцати пациентов клиники были прооперированы в весенние или осенние месяцы. Две кобылы с новорожденными жеребятами в июне-июле и лишь одна лошадь из 12 в зимнее время.

В данной таблице отражена статистика пациентов с подтвержденным диагнозом – заворот большой ободочной кишки, проходивших лечение в клинике «Форсайд» в период с 2021 по 2023 годы. Анализ приведенных в таблице данных позволяет сделать вывод, что для нашего региона основной причиной заворота большой ободочной кишки (8 из 12 пациентов, или 67%), является позднее обращение в клинику и длительное лечение с применением сильнодействующих лекарственных средств в условиях конюшни.

В этой статье был проведен анализ литературных данных по проблеме причин возникновения заворота большой ободочной кишки у лошадей. Приведены статистические данные пациентов клиники «Форсайд» с данным диагнозом за последние три года. Так как клиника «Форсайд» является профильным учреждением, в котором проводится оперативное лечение лошадей с данным диагнозом, то, по нашему мнению, приведенные в таблице 1 статистические данные являются актуальными для Ленинградской области.

Согласно данным приведенным в таблице 1, желудочно-кишечные заболевания лошадей имеют выраженную сезонность (весна-осень), что коррелирует с литературными данными, проанализированными в данной статье. Однако крайне малое количество специализированных клиник в нашем регионе, а также слабая информированность обслуживающего персонала, работающего с лошадьми и владельцев о важности профилактики и правильного лечения колик лошадей ставит на первое место среди причин образования заворота большой ободочной кишки – позднее обращение в клинику за помощью.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Заболевания желудочно-кишечного тракта лошадей в целом и заворот большой ободочной кишки в частности, являются одной из самых распространенных причин длительной потери работоспособности, либо летальных исходов. Причин для возникновения этих заболеваний множество и они до конца не изучены. В этой статье мы провели анализ доступных литературных источников и собственной статистики за последние три года, по данной проблеме.

По нашему мнению, для успешной профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта лошадей необходимо продолжать исследования причин их возникновения. Это позволит повысить уровень информированности владельцев лошадей и снизить как количество, так и тяжесть течения подобных заболеваний.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF INVERSION OF THE LARGE COLON IN HORSES

Pogorelov M. A. – candidate of the Department of General, Private and Operative Surgery; **Stekolnikov A. A.** – Dr. vet.n., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine

*dnm_erfolg@mail.ru

ABSTRACT

Gastrointestinal diseases in horses are one of the most common causes of death among sport horses. Volvulus of the large colon is one of the most severe forms of diseases of the gastrointestinal tract of horses. The disease is acute and requires immediate hospitalization and surgical intervention. With complete volvulus of the large colon, in the absence of surgical treatment, death occurs in 100 percent of cases.

The limited number and inaccessibility of specialized clinics capable of performing this operation make the problem of prevention, as well as timely detection and treatment of concomitant diseases that can provoke volvulus of the large colon, urgent.

In this article, we analyzed the literature data on this issue, and also present our own statistics obtained during the collection of anamneses from patients operated on in our clinic in the period 2021-2023, with a diagnosis of volvulus of the large colon.

The main reasons that can provoke volvulus of the large colon can be considered gross violations in the technology of feeding and keeping horses, lack of conditions for daily exercise, the use of medications, the side effects of which can be inflammatory processes in the gastrointestinal tract, lack of control over the condition of teeth, recent foaling in mares.

During the period 2021-2023, twelve patients diagnosed with volvulus of the large colon were operated on in our clinic. Six of these were mares, one arrived three weeks after foaling, five were geldings aged 7, 10, 16 and 19 years and one was a stallion.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ковач М. Колики лошадей. Причины. Диагноз. Лечение. ООО «Королевский издательский дом» 2010г. сс 123 -124.

2.Jorg A. Auer, John A. Equine surgery fourth edition. - Fourth edition изд. - St. Louis, Missouri: Elsevier saunders, 2012. сс474-476.

3.The Equine Acute Abdomen Nathaniel A. White, DVM, MSJames N. Moore, DVM, PhDTim S. Mair, BVSc, MRCVS, PhD 2009 с 640

4.White N. Epidemiology and aetiology of colic. In: The equine acute abdomen, Ed: N.A. White, Lea and Febiger, Philadelphia 1990. сс 53-56

5.Rakestraw P.C. and Hardy J. Large intestine. In: Equine surgery, 3rd edn, Eds: J.A. Auer and J.A. Stick, Saunders Elsevier, St Louis 2006 сс 436-437.

6. Kaneene J.B., Miller R., Ross W.A., Gallaher K., Marteniuk J., and Rook J. Risk factors for colic in the Michigan (USA) equine population. Prev. Vet. Med. (1997) сс 23-26

7. Archer D.C. and Proudman C.J. Epidemiological clues to preventing colic. Vet.J. (2006) сс 29-39

8. Tinker M.K., White N.A., Lessard P., Thatcher C.D., Pelzer K.D., Davis B. and Carme D.K., Prospective study of equine colic risk factors. Equine Vet.J. (1997) сс 454-458

9.Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs and Associated Toxicities in Horses. Jordan Flood and Allison J. Stewart* Published online 2022 Oct 26. doi: 10.3390/ani12212939 PMCID: PMC9655344 PMID: 36359062

10. Cohen N.D., Gibbs P.G. and Woods A.M. Dietary and other management factors associated with colic in horse. J.Am. Vet. Med (1999) сс 53-60.

11. Hadson J.M., Cohen N.D., Gibbs P.G. and Thompson J.A. Feeding practices associated with colic in horses. J.Am. Vet. Med (2001) сс 1419-1425

12. Williams S., Tucker C.A., Green M.J. and Freeman S.L. Investigation of the effect of pasture and stable management on large intestinal motility in the horse, measured using transcutaneous ultrasonography. Equine Vet. J. (2011) сс 93-97.

13.Archer D.C., Pinchbeck G.L., Proudman C.J. and Clough H.E. Is equine colic seasonal? Novel application of a model based approach. BCM Vet (2006). с27.

REFERENCES

1. Kovacs M. Colic of horses. Causes. Diagnosis. Treatment. LLC "Royal Publishing House" 2010 pp. 123 -124.
2. Jorg A. Auer, John A. Equine surgery fourth edition. - Fourth edition ed. -St. Louis, Missouri: Elsevier saunders, 2012. cc474-476.
3. The Equine Acute Abdomen Nathaniel A. White, DVM, MSJames N. Moore, DVM, PhDTim S. Mair, BVSc, MRCVS, PhD 2009 with 640
4.White N. Epidemiology and aetiology of colic. In: The equine acute abdomen, Ed: N.A. White, Lea and Febiger, Philadelphia 1990. cc 53-56
5. Rakestraw P.C. and Hardy J. Large intestine. In: Equine surgery, 3rd edn, Eds: J.A. Auer and J.A. Stick, Saunders Elsevier, St Louis 2006 cc 436-437.
6. Kaneene J.B., Miller R., Ross W.A., Gallaher K., Marteniuk J., and Rook J. Risk factors for colic in the Michigan (USA) equine population. Prev. Vet. Med. (1997) cc 23-26
7.Archer D.C. and Proudman C.J. Epidemiological clues to preventing colic. Vet.J. (2006) cc 29-39
8.Tinker M.K., White N.A., Lessard P., Thatcher C.D., Pelzer K.D., Davis B. and Carme D.K., Prospective study of equine colic risk factors. Equine Vet.J. (1997) cc 454-458
9. Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs and Associated Toxicities in Horses. Jordan Flood and Allison J. Stewart* Published online 2022 Oct 26. doi: 10.3390/ani12212939 PMCID: PMC9655344 PMID: 36359062
10. Cohen N.D., Gibbs P.G. and Woods A.M. Dietary and other management factors associated with colic in horses. J.Am. Vet. Med (1999) cc 53-60.
11. Hadson J.M., Cohen N.D., Gibbs P.G. and Thompson J.A. Feeding practices associated with colic in horses. J.Am. Vet. Med (2001) cc 1419-1425
12. Williams S., Tucker C.A., Green M.J. and Freeman S.L. Investigation of the effect of pasture and stable management on large intestinal motility in the horse, measured using transcutaneous ultrasonography. Equine Vet. J. (2011) cc 93-97.
13. Archer D.C., Pinchbeck G.L., Proudman C.J. and Clough H.E. Is equine colic seasonal? Novel application of a model based approach. BCM Vet (2006). c27

НЕЗАРАЗНЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК: 616.98:579.887.111-085:615.33:636.2
DOI:10.52419/issn2072-2419.2023.3.300

ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТУЛАТРОМИЦИНА И ТИМАЛИНА ПРИ ГЕНИТАЛЬНОМ МИКОПЛАЗМОЗЕ У КОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА

Васильев Р.М.* – к. вет. н, доцент кафедры клинической диагностики, (ORCID 0000-0002-0693-3050).

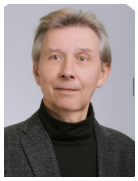
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»

*rmvpcrvet@yandex.ru

Ключевые слова: *микоплазмоз, коровы, тималин, тулатромицин, Т-лимфоциты, В-лимфоциты.*

Keywords: *mycoplasmosis, cows, thymalin, tulatromycin, T-lymphocytes, B-lymphocytes.*

Поступила: 10.07.2023 **Принята к публикации: 11.09.2023**
Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ

Современные технологии промышленного животноводства подразумевают максимально эффективное использование репродуктивного потенциала самок и получение от них здорового молодняка. Сдерживающим фактором в достижении этой цели являются заболевания, отличающиеся сглаженной симптоматикой, что затрудняет их своевременную диагностику и терапию, одним из которых является генитальный микоплазмоз крупного рогатого скота. Наличие длительного латентного периода и неясная симптоматика позволяет данному заболеванию оставаться не замеченным и распространяться в стаде. В течение латентного периода в организме самок развиваются морфофункциональные изменения, приводящие к частичной или полной утрате репродуктивной способности. С различной степенью эффективности для лечения коров с генитальным микоплазмозом применялись антибиотики тетрациклиновой, фторхинолоновой и макролидной групп, однако одна антибиотикотерапия не приводит к восстановлению всех функций, нарушенных в течение болезни, а в частности не устраняет иммунодефицит. В связи с этим целью нашего исследования было изучение включения в схему лечения коров с генитальным микоплазмозом иммуномодулятора тималина и его влияния на содержание в крови лейкоцитов, лимфоцитов и их субпопуляций. Для проведения эксперимента сформировали три группы животных: первая группа - стельные коровы с генитальным микоплазмозом для лечения которых использовали антибиотик тракcовет 100 (тулатромицин) в дозе 2,5 мг на 1 кг массы тела животного, подкожно, однократно за 40 дней до предполагаемых родов; вторая группа - стельные коровы с генитальным микоплазмозом для лечения которых использовали антибиотик тракcовет 100 в той же дозе и иммуномодулятор тималин в дозе 0,1 мг на 1 кг массы тела животного, внутримышечно, дважды с интервалом 72 часа; третья группа – клинически здоровые стельные коровы. У всех групп коров прово-

дили определение числа лейкоцитов, процента лимфоцитов, абсолютного и относительного содержания Т-, В- и 0-лимфоцитов. Установлено, что применение тулатромицина для лечения коров с генитальным микоплазмозом дает хороший терапевтический эффект, но обеспечивает лишь частичное восстановление показателей клеточного иммунитета. Комплексное применение тулатромицина и тималина обладает максимальным терапевтическим эффектом и приводит к полному восстановлению клеточного иммунитета, причем некоторые показатели даже несколько превышают их значение у клинически здоровых коров.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Одной из важных задач промышленного животноводства на современном этапе является сохранение на высоком уровне воспроизводительной способности самок и получение от них здорового потомства [1]. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в реализации этой цели, сохраняется ряд сдерживающих факторов, один из которых представлен группой заболеваний, характеризующихся длительным латентным периодом. Отсутствие симптоматики или наличие стертой клинической картины заболевания затрудняет своевременную диагностику, что приводит к запоздалому назначению адекватной терапии и как результат более низкой ее эффективности. В связи с этим животноводческие предприятия несут существенный экономический ущерб. К данной группе заболеваний относится и генитальный микоплазмоз крупного рогатого скота [2].

Одной из характерных особенностей генитального микоплазмоза является длительный латентный период и клиническая картина хронического катарального вагинита, наблюдаемая далеко не у всех больных животных - это позволяет заболеванию ускользать от внимания ветеринарных специалистов и распространяться в стаде [3]. Кроме того, в течение латентного периода в органах репродуктивной системы происходят необратимые морфофункциональные изменения, что негативно отражается на показателях воспроизводства поголовья. Проводимый в данной ситуации анализ рациона не выявляет отклонений, а исследования на основные заболевания, сопровождающиеся утратой репродуктивной способности, дают отрицательный результат, что ставит ветеринарных врачей в тупик и делает эту проблему актуальной. В настоящее время генитальный микоплазмоз крупного рогатого скота зарегистрирован практически на всех континентах. Как демонстрируют данные отечественных и зарубежных исследователей генитальный микоплазмоз может охватывать от 14 до 40% поголовья молочно-товарных ферм и как правило, при этом прослеживается выраженная корреляция с низкими показателями воспроизводства [4,5,6].

В качестве этиотропной терапии генитального микоплазмоза с различной степенью эффективности применялись антибиотики тетрациклиновой, фторхинолоновой и макролидной групп [7]. Однако, с течением времени к некоторым из них микоплазмы приобретают устойчивость. На сегодняшний день наиболее эффективными препаратами в отношении микоплазм являются препараты из группы макролидов и фторхинолонов [8,9]. Одним из современных представителей препаратов макролидного ряда, применяемых при генитальном микоплазмозе является тулатромицин, терапевтическая эффективность которого достигает 75% [10].

Помимо этиотропной терапии важную роль в выздоровлении животных играет состояние иммунной системы, но применение одних антибиотиков не приводит к нормализации иммунодефицитного состояния, наблюдаемого у больных коров [2]. Иммунодефицит при генитальном микоплазмозе наблюдается как со стороны гуморального, так и клеточного звена. Учитывая тот факт, что микоплазмы используют различные механизмы подавления реализации иммунологических реакций организма для ускользания от иммунного ответа [11], то проведение иммунокоррекции целесообразно осуществлять

препаратами с широким спектром модулирующего действия на иммунную систему. Одним из препаратов, подходящих для решения поставленной задачи, является пептидный иммуномодулятор тималин, стимулирующий оба звена иммунного ответа [12].

Исходя из сказанного выше, целью нашего исследования было изучение включения в схему лечения коров с генитальным микоплазмозом иммуномодулятора тималина и его влияния на содержание в крови лейкоцитов, лимфоцитов и их субпопуляций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования проводились на базе ЗАО «Осьминское» Сланцевского района Ленинградской области в период с 2010 по 2012 год. Для проведения эксперимента было сформировано три группы стельных коров, по 8 голов в каждой. Первая группа - стельные коровы с генитальным микоплазмозом для лечения которых использовали антибиотик траксовет 100 (тулатромицин) в дозе 2,5 мг на 1 кг массы тела животного, подкожно, однократно за 40 дней до предполагаемых родов. Вторая группа - стельные коровы с генитальным микоплазмозом для лечения которых использовали антибиотик траксовет 100 в дозе 2,5 мг на 1 кг массы тела животного, подкожно, однократно за 40 дней до предполагаемых родов и иммуномодулятор тималин в дозе 0,1 мг на 1 кг массы тела животного, внутримышечно, дважды с интервалом 72 часа. Третья группа (контроль) – клинически здоровые стельные коровы. Идентификация микоплазм (Mycoplasma spp.) у всех групп животных проводилась методом ПЦР в формате электрофореза с использованием тест системы «МИК-КОМ» производства ФГБУН «ЦНИИЭ Роспотребнадзора». Серологическая типизация микоплазм осуществлялась реакцией непрямой гемагглютинации (РНГА) на базе ФГБУ «Ленинградская межобластная ветеринарная лаборатория» - установлена Mycoplasma bovigenitalium. Контроль эффективности терапии у коров первой и второй групп проводили путем повторного ПЦР-теста через 14 дней после введения траксовета.

У коров первой и второй опытных групп получали кровь из яремной вены и стабилизировали. Кровь брали дважды до начала лечения и через 14 дней после его начала. У опытной группы кровь брали однократно - за 25 дней до предполагаемых родов. В крови определяли количество лейкоцитов, относительное и абсолютное содержание лимфоцитов с применением гематологического анализатора, а также относительное и абсолютное содержание Т-, В- и 0-лимфоцитов цитохимическим методом по содержанию α-нафтилбутиратэстеразы (по K.E. Higgi et. al., 1977). Полученные результаты подвергнуты статистической обработке с применением компьютерной программы SPSS 22.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Проведение повторного ПЦР-теста показало, что в группе коров, для лечения которых использовали только траксовет положительный тест на Mycoplasma spp. был у 2 коров из 8 (терапевтическая эффективность – 75%); в группе коров, где применяли траксовет в сочетании с тималином положительных тестов на Mycoplasma spp. не было (терапевтическая эффективность – 100%).

Динамика показателей клеточного иммунитета при использовании для лечения коров с генитальным микоплазмозом тулатромицина и тулатромицина в сочетании с тималином отражена в таблице 1.

Из представленных данных видно, что в группах больных коров через 14 дней после применения тулатромицина число лейкоцитов выросло на 7,7%, а при использовании тулатромицина в сочетании с тималином – на 18,4% и несколько превышали значение данного показателя у здоровых животных. Межгрупповые различия имели достоверный характер.

При изучении относительного содержания лимфоцитов установлено, что на фоне различных способов лечения коров с генитальным микоплазмозом, данный показатель не претерпевал достоверных

изменений. При этом абсолютное содержание лимфоцитов в группе коров получавших тулатромицин увеличивалось на 0,46 10^9/л, а при использовании сочетанной терапии – на 1,12 10^9/л (P <0,05), и в обоих случаях было выше, чем у здоровых коров.

Что касается динамики абсолютного и относительного содержания иммунокомпетентных клеток при использовании различных схем лечения генитального микоплазмоза коров, то результаты оказались следующими. Относительное содержание Т-лимфоцитов у больных коров на 14-й день после применения тулатромицина не претерпевало изменений, тогда как в группе, где применяли тулатромицин и тималин оно увеличивалось на 18%. Несколько иначе происходило изменение абсолютного содержания этого пула иммунокомпетентных клеток. У больных коров, которых лечили тулатромицином абсолютное число Т-лимфоцитов увеличивалось на 12%, а у животных, которым применяли сочетанную терапию – на 48% и существенно превышало значение данного показателя у клинически здоровых коров.

При изучении динамики В-лимфоцитов установлено, что терапия тулатромицином коров с генитальным микоплазмозом приводит к увеличению относительного содержания этих клеток на 14%, а применение его в комбинации с тималином – на 66%, при этом межгрупповые различия были статистически достоверными. Более активная динамика отмечалась в абсолютном содержании клеток данной субпопуляции – терапия больных коров тулатромицином увеличивала их число на 23%, а сочетание его с тималином – более чем в 2 раза (P <0,001).

Данные таблицы показывают, что абсолютное и относительное содержание недифференцированных лимфоцитов у обеих подопытных групп коров уменьшается пропорционально увеличению количества Т- и В-лимфоцитов, причем в группе коров, где применяли тулатромицин и тималин это снижение наиболее выражено.

Таблица 1

Содержание лейкоцитов, Т- и В-лимфоцитов в крови коров с генитальным микоплазмозом при различных схемах лечения

Показатели	До лечения	Через 14 дней после лечения		Клинически здоровые
		траксовет	тракс-овет+тималин	
Лейкоциты, 10^9/л	7,93±0,14	8,54±0,18	9,39±0,23*	8,8±0,18
Лимфоциты, %	56,4±2,01	57,7±1,78	59,5±1,66	56,6±1,84
Лимфоциты, 10^9/л	4,47±0,16	4,93±0,18	5,59±0,2*	4,96±0,2
Т-лимфоциты, %	33,9±2,43	33,9±1,71	40,0±1,42*	35,0±1,89
В-лимфоциты, %	13,2±1,07	15,0±1,3	21,86±1,25**	17,2±1,3
0-лимфоциты, %	52,9±2,78	51,1±2,07	38,1±2,55**	47,8±2,49
Т-лимфоциты, 10^9/л	1,5±0,14	1,68±0,12	2,22±0,06 **	1,73±0,08
В-лимфоциты, 10^9/л	0,6±0,07	0,74±0,07	1,21±0,04***	0,84±0,08
0-лимфоциты, 10^9/л	2,34±0,16	2,6±0,09	2,16±0,17*	2,37±0,18

* - уровень достоверности между первой и второй опытными группами: * - P <0,05; ** - P <0,01; *** - P <0,001.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Проведенный эксперимент демонстрирует, что применение тулатромицина для лечения коров с генитальным микоплазмозом приводит к элиминации возбудителя у 75% животных, тогда как при сочетанном применении тулатромицина и тималина терапевтический эффект на 25% выше.

Проведение антибиотикотерапии приводит к элиминации микоплазм со слизистой оболочки влагалища и как следствие снижению поступления их токсичных метаболитов угнетающих пролиферативную активность стволовых клеток лейкоцитарного ростка костного мозга в системный кровоток, однако полного восстановления числа лейкоцитов на 14-й день эксперимента не наблюдается. Тималин, включенный в схему лечения, способствует более быстрому восстановлению митотической активности клеток лейкоцитарного ростка (13).

Наиболее выраженный позитивный сдвиг в содержания Т-лимфоцитов у группы коров, где применяли антибиотик и иммуномодулятор, обусловлен тем, что входящий в состав тималина дипептид Glu-Trp индуцирует экспрессию генов, отвечающих за пролиферацию этих клеток (12, 13).

Более яркую положительную динамику со стороны В-лимфоцитов у коров в курс лечения которых входил тималин можно связать с модулирующим действием препарата на содержание Т-хелперов, регулирующих пролиферацию В-клеток (12).

Таким образом, применение тулатромицина для лечения коров с генитальным микоплазмозом дает хороший терапевтический эффект, но обеспечивает лишь частичное восстановление показателей клеточного иммунитета. Комплексное применение тулатромицина и тималина обладает максимальным терапевтическим эффектом и приводит к полному восстановлению клеточного иммунитета, причем некоторые показатели даже несколько превышают их значение у клинически здоровых коров.

THE EFFECT OF THE COMBINED USE OF TULATROMYCIN AND THYMALIN IN GENITAL MYCOPLASMOSIS IN COWS ON CELLULAR IMMUNITY INDICATORS

Vasiliev R.M., Ph.D., Associate Professor, (ORCID 0000-0002-0693-3050)

Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine

*rmvpcrvet@yandex.ru

ABSTRACT

Modern technologies of industrial animal husbandry imply the most effective use of the reproductive potential of females and obtaining healthy young from them. The limiting factor in achieving this goal are diseases characterized by smoothed symptoms, which complicates their timely diagnosis and therapy, one of which is genital mycoplasmosis of cattle. The presence of a long latent period and unclear symptoms allows this disease to remain unnoticed and spread in the herd. During the latent period, morphofunctional changes develop in the body of females, leading to partial or complete loss of reproductive ability. Tetracycline, fluoroquinolone and macrolide antibiotics have been used with varying degrees of effectiveness for the treatment of cows with genital mycoplasmosis, however, antibiotic therapy alone does not restore all functions disrupted during the disease, and in particular does not eliminate immunodeficiency. In this regard, the purpose of our study was to study the inclusion of the immunomodulator thymalin in the treatment regimen of cows with genital mycoplasmosis and its effect on the content of leukocytes, lymphocytes and their subpopulations in the blood. Three groups of animals were formed for the experiment: the first group - pregnant cows with genital mycoplasmosis for the treatment of which the antibiotic traksovet 100 (tulatromycin) was used at a dose of 2.5 mg per 1 kg of animal body weight, subcutaneously, once 40 days before the expected delivery; the second group - pregnant cows with genital mycoplasmosis for the treatment of which the antibiotic traksovet 100 was used at the same dose and the immunomodulator timalin at a dose of 0.1 mg per 1 kg of animal body

weight, intramuscularly, twice with an interval of 72 hours; the third group – clinically healthy pregnant cows. In all groups of cows, the number of leukocytes, the percentage of lymphocytes, the absolute and relative content of T-, B- and 0-lymphocytes were determined. It has been established that the use of tulatromycin for the treatment of cows with genital mycoplasmosis gives a good therapeutic effect, but provides only partial restoration of cellular immunity. The combined use of tulatromycin and thymalin has the maximum therapeutic effect and leads to the complete restoration of cellular immunity, and some indicators even slightly exceed their value in clinically healthy cows.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лощинин С.О. Роль отрицательного энергетического баланса у коров после отела в патогенезе воспаления матки / С.О. Лощинин, В.С. Авдеенко, Г.М. Фирсов, К.В. Племяшов, Г.С. Никитин, В.И. Михалев // Международный вестник ветеринарии. 2022. - № 1. - С. 185-197.
2. Nikitina A. Comparative assessment of the content of immunoglobulins in the blood serum of calves obtained from healthy cows and cows with genital mycoplasmosis / A. Nikitina, R. Vasiliev, S. Kovalev, V. Trushkin // FASEB Journal. 2022. - Т. 36. № S1. - С. R3467.
3. Busharova Ju. V., Humoral factors of protection of the vaginal mucosa in healthy cows and with mycoplasmosis / Ju.V. Busharova, R.M. Vasiliev, S.V. Vasilieva, V.A. Trushkin, A.A. Nikitina, [et al.] // Journal of Animal Science. 2021. Т. 99. № S3. С. 273.
4. Распространение микоплазмозов крупного рогатого скота на животноводческих фермах в Российской Федерации в период с 2015 по 2018 год. / М. А. Алхуссен, А. А. Нестеров, В. В. Кирпиченко [и др.] // Ветеринария сегодня. – 2020. №2 (33). С. 102-108.
5. Petit T. Prevalence of Chlamydiaceae and Mollicutes on the genital mucosa and serological findings in dairy cattle. / T. Petit, J. Spergser, J. Aurich, R. Rosengarten // Veterinary Microbiology. – 2008. Vol. 127, Issues 3–4. P. 325-333.
6. Trichard C.J. Mycoplasmas recovered from bovine genitalia, aborted foetuses and placentas in the Republic of South Africa. Onderstepoort. /C.J. Trichard, E.P. Jacobsz// J Vet Res. – 1985. Vol. 52, №2. P. 105-110.
7. Cooper A.C. In vitro activity of danofloxacin, tylosin and oxytetracycline against mycoplasmas of veterinary importance / A.C. Cooper, J.R. Fuller, M.K. Fuller, P. Whittlestone, D.R. Wise // Research in Veterinary Science. – 1993. – Vol. 54, Issue 3. – P. 329-334.
8. Красиков А.П. Микоплазмозы человека и животных их эпидемиологическое и эпизоотологическое значение / А.П. Красиков, Н.В. Рудаков. – Омск: ООО ИЦ «Омский научный вестник», 2015. – 717 с.
9. Лещинский И.И. Макролиды - препараты выбора для борьбы с микоплазмозами животных / И.И. Лещинский // РВЖ СХЖ. - 2009. - №1. - С. 44-45.
10. Васильев Р.М. Динамика показателей неспецифической резистентности коров больных генитальным микоплазмозом на фоне терапии тулатромицином. /Р.М. Васильев// Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. - 2022. - №2. - С. 42-44.
11. Pilo P. A metabolic enzyme as a primary virulence factor of Mycoplasma mycoides subsp. mycoides small colony/ P. Pilo, E.M. Vilei, E. Peterhans [et. al.] // J. Bacteriol. – 2005. - Vol. 187. – P. 6824 – 6831.
12. Хавинсон В.Х. Мета-анализ иммуномодулирующей активности лекарственного пептидного препарата тималина /В.Х. Хавинсон, А.А. Корнеенков, И.Г. Попович // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2020. - №4. – С. 108-124.
13. Довнар Т.Е. Влияние тималина на иммунологическую реактивность больных неспецифическими заболеваниями легких / Т.Е. Довнар, Н.А. Михайлова, В.Х. Хавинсон // Терапевтический архив. – 1989. - Том 61. - №3. – С. 69-71.

REFERENCES

1. Loshchinin S.O. The role of negative energy balance in cows after calving in the pathogenesis of uterine inflammation / S.O. Loshchinin, V.S. Avdeenko, G.M. Firsov, K.V. Plemyashov, G.S. Nikitin, V.I. Mikhalev // International Bulletin of Veterinary Medicine. 2022. - No. 1. - pp. 185-197.
2. Nikitina A. Comparative assessment of the content of immunoglobulins in the blood serum of calves obtained from healthy cows and cows with genital mycoplasmosis / A. Nikitina, R. Vasiliev, S. Kovalev, V. Trushkin // FASEB Journal. 2022. - Vol. 36. No. S1. - p. R3467.
3. Busharova Ju. V., Humoral factors of protection of the vaginal mucosa in healthy cows and with mycoplasmosis / Ju.V. Busharova, R.M. Vasiliev, S.V. Vasilieva, V.A. Trushkin, A.A. Nikitina, [et al.] // Journal of Animal Science. 2021. T. 99. № S3. C. 273.
4. The spread of mycoplasmosis of cattle on livestock farms in the Russian Federation in the period from 2015 to 2018. / M. A. Alhussen, A. A. Nesterov, V. V. Kirpichenko [et al.] // Veterinary Medicine today. – 2020. No. 2 (33). pp. 102-108.
5.Petit T. Prevalence of Chlamydiaceae and Mollicutes on the genital mucosa and serological findings in dairy cattle. / T. Petit, J. Spergser, J. Aurich, R. Rosengarten // Veterinary Microbiology. – 2008. Vol. 127, Issues 3–4. P. 325-333.
6.Trichard C.J. Mycoplasmas recovered from bovine genitalia, aborted foetuses and placentas in the Republic of South Africa. Onderstepoort. /C.J. Trichard, E.P. Jacobsz// J Vet Res. – 1985. Vol. 52, №2. P. 105-110.
7. Cooper A.C. In vitro activity of danofloxacin, tylosin and oxytetracycline against mycoplasmas of veterinary importance / A.C. Cooper, J.R. Fuller, M.K. Fuller, P. Whittlestone, D.R. Wise // Research in Veterinary Science. – 1993. – Vol. 54, Issue 3. – p. 329-334.
8. Krasikov A.P. Mycoplasmoses of humans and animals their epidemiological and epizootological significance / A.P. Krasikov, N.V. Rudakov. – Omsk: LLC IC "Omsk Scientific Bulletin", 2015. – 717 p.
9. Leshchinsky I.I. Macrolides - drugs of choice for combating mycoplasmosis of animals / I.I. Leshchinsky // RVZH SHZH. - 2009. - No. 1. - pp. 44-45.
10. Vasiliev R.M. Dynamics of indicators of nonspecific resistance of cows with genital mycoplasmosis on the background of therapy with tulatromycin. / R.M. Vasiliev// Regulatory and legal regulation in veterinary medicine. - 2022. - No.2. - pp. 42-44.
11. Pilo P. A metabolic enzyme as a primary virulence factor of Mycoplasma mycoides subsp. mycoides small colony/ P. Pilo, E.M. Vilei, E. Peterhans [et. al.] // J. Bacteriol. – 2005. - Vol. 187. – P. 6824 – 6831.
12. Havinson V.H. Meta-analysis of the immunomodulatory activity of the medicinal peptide drug timalin /V.H. Havinson, A.A. Korneenkov, I.G. Popovich // Modern problems of healthcare and medical statistics. – 2020. - No. 4. – pp. 108-124.
13. Dovnar T.E. The effect of thymalin on the immunological reactivity of patients with nonspecific lung diseases / T.E. Dovnar, N.A. Mikhailova, V.H. Havinson // Therapeutic Archive. – 1989. - Volume 61. - No. 3. – pp. 69-71.

Редакция журнала
«Международный вестник ветеринарии»
196084, Санкт-Петербург, Черниговская 5,
СПбГУВМ.
Телефон/факс (812) 387-11-58
Mail to: farm_vestnik@mail.ru