Актуальные вопросы ветеринарной биологии № 2 (54) июнь 2022

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-36472 от 3 июня 2009 г. Журнал включен
в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК Министерства образования и науки РФ

Главный редактор
Чуваев И. В.,
канд. биол. наук
e-mail: virclin@mail.ru

Редакционный совет
Алиев А. А.,
проф., докт. вет. наук
Андреева Н. Л.,
проф., докт. биол. наук
Белова Л. М.,
проф., докт. биол. наук
Васильев Д. Б.,
докт. вет. наук
Воронин В. Н.,
проф., докт. биол. наук
Георгиев Б. А.
доцент, доктор философии
Концевая С. Ю.,
проф., докт. вет. наук
Кудряшов А. А.,
проф., докт. вет. наук
Кузьмин В. А.,
проф., докт. вет. наук
Лайшев К.А.
проф., докт. вет. наук, акад. РАН
Макаров В.В.
проф., докт. биол. наук
Панин А. Н.,
проф., докт. вет. наук
акад. РАН,
Прудников В. С.,
проф., докт. вет. наук
Равилов Р.Х.,
проф., докт. вет. наук
Сулейманов С. М.,
проф., докт. вет. наук,
заслуж. деятель науки РФ
Яшин А. В.,
проф., докт. вет. наук

По вопросам рекламы
обращайтесь:
e-mail: virclin@mail.ru

Заявки на подписку (с любого месяца) направляйте в редакцию по факсу: (812) 232-55-92;
e-mail: invetbio@yandex.ru.
Телефон отдела подписки:
(812) 232-55-92

Верстка
Кондрашенков С. В.

Корректор
Суховей Д. А.

Журнал основан в 2009 г.
Учредитель и издатель:
ЧОУДПО «Институт
Ветеринарной Биологии»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИОЛОГИЯ

Чуваев И.В., Чистилина Т.А., Будник Ж.С.
Частота встречаемости нарушений слуха у кошек породы мейн-кун 3

ИММУНОЛОГИЯ

Кондибаева Ж.Б., Шаяхметов Е.А., Саметова Ж.Ж., Аманова Ж.Т., Усембай А.К., Абитаев Р.Т., Булатов Е.А.
Иммуногенность гетерологичной вакцины из вируса оспы коз штамма «G_{20}-LKV» против нодулярного дерматита КРС 6

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

Бондаренко Г.А., Соловьева И.А., Трухина Т.И.
Гельминтозы крупного рогатого скота Амурской области 13

Скорнякова О.О.
Сезонная динамика изменений в крови крупного рогатого скота при анаплазмозе 16

Трухина Т.И., Бондаренко Г.А., Соловьева И.А.
Трихинеллезная ситуация в Амурской области 21

Шафиев А.П., Токарев А.Н.
Изучение распространения арахноэнтомозов крупного рогатого скота в хозяйствах Ленинградской области 24

ДИАГНОСТИКА

Доронин М.И.
Опосредованное определение титра вируса ящура в сырье для вакцины с применением метода изотермической амплификации вирусной РНК (NASBA) 29

ТЕРАПИЯ

Давыдов Е.В.
Фотодинамическая терапия плоскоклеточного рака кожи у собак 38

ВЕТЕРИНАРНАЯ ХИРУРГИЯ

Луцай В.И., Концевая С.Ю., Долгая Д.В.
Поликистоз яичников у морских свинок 42

ЗООГИГИЕНА

Морозов В.Ю., Колесников Р.О., Калиткина К.А., Черников А.Н.
Обзор проблем применения рекуператоров тепловой энергии для выращивания сельскохозяйственной птицы 47

КОРМЛЕНИЕ

Ситчихина А.В., Сайтханов Э.О., Герцева К.А.
Оценка вляиния кормовой добавки на показатели гомеостаза крупного рогатого скота 53

ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Кудряшов А.А., Балабанова В.И., Максимов Т.П., Пинжина Н.М.
Патоморфологические изменения у свиней при фумонизиновом токсикозе 59

ИНФОРМАЦИЯ

Краткая информация о журнале 64

Издательство Института Ветеринарной Биологии
Адрес редакции/издателя: 197198, С.-Петербург, ул. Ораниенбаумская, д. 3-Б. Тел. (812) 232-55-92, тел./факс 232-88-61. E-mail: virclin@mail.ru. Сайт: www.invetbio.spb.ru
Подписано в печать 16.06.2022. Дата выхода: 21.06.2022. Отпечатано в типографии ООО «СМДЖИ ПРИНТ»: 197101, Санкт-Петербург, ул. Рентгена, д. 1.
Тираж 1000 экз. Свободная цена. Подписной индекс в каталоге «Газеты. Журналы» – 33184, «Пресса России» – 29447.
Ответственность за достоверность представленных в статьях данных несут авторы. Все рекламируемые товары и услуги имеют соответствующие сертификаты.
За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.
© ЧОУДПО «Институт Ветеринарной Биологии», Санкт-Петербург, 2022

Actual Questions of Veterinary Biology № 2 (54) June 2022

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Communications. The certificate on registration of mass media ПИ № ФС77-36472 of June 3, 2009. The journal is included in the list of the leading peer-reviewed journals and publications of State Commission for Academic Degrees and Titles of the RF Ministry of Education and Science

Editor-in-Chief
Chuvaev I. V.,
Philosophy Doctor
e-mail: virclin@mail.ru

Computer design
Kondrashenkov S.V.

Editorial Board
Aliev A. A.,
Dr. Vet. Sci., Professor
Andreeva N. L.,
Dr. Biol. Sci., Professor
Belova L. M.,
Dr. Biol. Sci., Professor
Georgiev B. A.
Associate Professor, Ph.D
Kudryashov A.A.,
Dr. Vet. Sci., Professor
Kontsevaya S. U.,
Dr. Vet. Sci., Professor
Kuzmin V. A.,
Dr. Vet. Sci., Professor
Laishev K.A.
Dr. Vet. Sci., Professor,
Member of RAS
Makarov V.V.
Dr. Biol. Sci., Professor
Panin A.N.,
Dr. Vet. Sci., Professor,
Member of RAS
Prudnikov V. S.,
Dr. Vet. Sci., Professor
Ravilov R.H.,
Dr. Vet. Sci., Professor
Suleymanov S. M.,
Dr. Vet. Sci., Professor
RF Honoured Worker of Science
Vasilyev D. B.,
Dr. Vet. Sci.
Voronin V. N.,
Dr. Biol. Sci., Professor
Yashin A. V.,
Dr. Vet. Sci., Professor

On the matters of advertisement please contact
e-mail: virclin@mail.ru

Subscription requests should be sent to the editorial office by fax +7 (812) 232-55-92 or e-mail: invetbio@yandex.ru.
Information tel. +7 (812) 232-55-92

The journal is based in 2009
Founder and Publisher: Private educational institution additional professional education Institute of Veterinary Biology

CONTENTS

PHYSIOLOGY

Chuvaev I.V., Chistilina T.A., Budnik Zh.S.
Frequency of hearing disorders in Maine-coon cats 3

IMMUNOLOGY

Kondibaeva Zh. B., Shayakhmetov Ye. A., Sametova Zh. Zh., Amanova Zh. T., Usembai A. K., Abitaev R. T., Bulatov Ye. A.
Immunogenicity of heterologous vaccine from goat pox virus strain "G_{20}-LKV" against lumpy skin desease of cattle 6

PARASITOLOGY

Bondarenko G. A., Solovyova I. A., Trukhina T. I.
Helminthiases of cattle in the Amur Region 13

Skornyakova O. O.
Seasonal dynamic of cattle's blood changes in anaplasmosis 16

Trukhina T. I., Bondarenko G. A., Solovyova I. A.
Trichinosis situation in the Amur Region 21

Shafiev A.P., Tokarev A.N.
Study of the spread of arachnoentomoses of cattle in the farms of the Leningrad Region 24

DIAGNOSTICS

Doronin M.I.
Indirect determination of the FMD virus titer in raw materials for the vaccine using the method of isothermal amplification of viral RNA (NASBA) 29

THERAPY

Davydov E.V.
Photodynamic therapy of squamous cell skin cancer in dogs 38

VETERINARY SURGERY

Lutsay V.I., Kontsevaya S.Yu., Dolgaya D.V.
Polycystic ovaries in guinea pigs 42

ZOOHYGIENE

Morozov V.Yu., Kolesnikov R.O., Kalitkina K.A., Chernikov A.N.
Overview of the problems of using recuperators thermal energy for farming poultry 47

FEEDING

Sitchikhina A.V., Saythanov E.O., Gertseva K.A.
Evaluation of the effect of feed additives on the indicators of homeostasis of cattle 53

PATHOLOGICAL ANATOMY

Kudriashov A.A., Balabanova V.I., Maksimov T.P., Pinzhina N.M.
Pathomorphological changes in pigs with fumonisin toxicosis 59

INFORMATION

Short information about magazine 64

Publishing of Institute of Veterinary Biology
Address of the editoral office/publisher: 197198, St.-Petersburg, Oranienbaumskaya st., 3-Б. Tel. +7 (812) 232-55-92, fax: 232-88-61. E-mail: virclin@mail.ru. Site: invetbio.spb.ru
Signed for press on 16.06.2022. Issue date: 21.06.2022. Printed at printing house SMG Print, Ltd.: 197101, Russia, Saint-Petersburg, Rentgena st., 1. Circ. 1000 pc.
Free price. The subscription index in catalogues: "Gazety. Journaly" ("Newspapers. Magazines") – 33184, "Pressa Rossii" ("Russian Press") – 29447.
The responsibility for reliability of the data presented in the articles is born by authors. Goods and services advertised in this magazine are properly certified. Editorial staff is not responsible for the content of any advertisements.
© Private educational institution additional professional education Institute of Veterinary Biology, Saint-Petersburg, 2022

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-3-5
УДК: 619:612.858.71
Ключевые слова: кошка, глухота, мейн-кун, BAER-тест, вызванные слуховые потенциалы
Key words: cat, deafness, Maine-coon, BAER-test, evoked auditory potentials

[1]Чуваев И. В., [2]Чистилина Т. А., [1]Будник Ж. С.

ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ НАРУШЕНИЙ СЛУХА У КОШЕК ПОРОДЫ МЕЙН-КУН

FREQUENCY OF HEARING DISORDERS IN MAINE-COON CATS

[1]ООО «Институт Ветеринарной Биологии».
Адрес: 197198, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ораниенбаумская, д. 3-Б.
Institute of Veterinary Biology, Ltd.
Address: 197198, Saint-Petersburg, Oranienbaumskaya str., 3-Б.
[2]Центр ветеринарной генетики «Зооген».
Адрес: 194156, Россия, Санкт-Петербург, ул. Зеленогорская, 4.
Center of Veterinary Genetics "Zoogen" CVO.
Address: 194156, Saint-Petersburg, Zelenogorskaya str., 4.

Чуваев Игорь Валерьевич, к. б. н., главный ветеринарный врач.
E-mail: virclin@mail.ru
Chuvaev Igor Valeryevich, PhD in Biological Sciences, Chief Veterinary Officer.
E-mail: virclin@mail.ru
Чистилина Татьяна Александровна, главный ветеринарный врач.
Chistilina Tatiana Aleksandrovna, Chief Veterinary Officer.
Будник Жанна Сергеевна, ветеринарный врач.
Budnik Zhanna Sergeevna, Veterinarian.

Аннотация: Исследование выполнено на 112-ти клинически здоровых кошках породы мейн-кун разного пола, в возрасте от двух месяцев до двух лет. С помощью регистратора вызванных слуховых потенциалов Baercom UFI и штатного программного обеспечения Baercom PC у кошек было выполнено объективное определение наличия слуха для каждого уха в отдельности. BAER-тест проводили в стандартных условиях ветеринарной клиники с обязательным применением релаксантов (2 % ксилазин). Поличастотные звуковые импульсы посылали через ушной микрофон пакетами, по 25 пакетов для каждого уха, мощность сигнала: 70–75 ДБ. Как было установлено в процессе исследования, у обследованной группы кошек была выявлена двусторонняя глухота у 16 животных (14,3 %), односторонняя глухота была выявлена у 24 животных (21,4 %), при этом у самцов нарушения слуха встречались значительно чаще, чем у самок.

Summary. *The study was performed on 112 clinically healthy Maine-coon cats of different sexes, aged from two months to two years. Using the Baercom UFI evoked auditory potentials recorder and the standard Baercom PC software, an objective determination of the presence of hearing in cats was performed, for each ear separately. The BAER test was performed under standard conditions of a veterinary clinic with mandatory use of relaxants (2 % xylazine). Multi-frequency sound pulses were sent through the ear microphone in packets, 25 packets for each ear, with signal strength 70–75 DB. As it was found during the study, in the examined group of cats bilateral deafness was detected in 16 animals (14.3 %) and unilateral deafness was detected in 24 animals (21.4 %). Hearing disorders were significantly more common in males than in females.*

Введение

Слух для кошек является, пожалуй, одним из важнейших органов чувств – особенно это важно, если речь идет о представителях дикой природы и необходимости самостоятельно добывать пищу. Для домашних кошек, живущих на попечении владельцев, отсутствие слуха становится не столь критичным, но с точки зрения генофонда племенных животных, на наш взгляд, поддержание нормального функционирования всех органов чувств и в частности слуха, является важной задачей для специалистов, занимающихся племенным разведением.

Исследования, проведенные ранее, выявили, что в среднем у представителей различных пород домашней кошки слух более развит и является более чутким, чем у собак. Так, средние показатели по количественной оценки слуха у кошек были порядка 70,0±4,8 единиц [4], в то время как усредненные показатели у различных пород собак не превышали 30–40 ед., за исключением некоторых пород, обладающих очень острым слухом [3].

Более того, исследования по количественной оценке слуха [1, 2] у кошек разных пород выявили, что представители породы мейн-кун обладали наиболее острым слухом среди представителей изученных пород [4]. Данное исследование было выполнено на мейн-кунах белого окраса.

Известно, что белый сплошной окрас определяет доминантный эпистатичный локус W, имеющий два аллеля W – белый и w – не белый (кошка может генетически нести любой окрас). Данный локус демонстрирует плейотропные эффекты, проявляя полную пенетрантность, т.е. 100 %-ное фенотипическое проявление в отношении отсутствия пигментации шерсти и неполную пенетрантность в отношении глухоты и гипопигментации радужной оболочки.

При наличии у кошки аллеля W, который подавляет проявление любого генетически имеющегося окраса, фенотипически она будет сплошного белого окраса с глазами желтого (оранжевого) (w62), зеленого (w64), голубого цвета (w61) или разноглазой (w63).

Также белый окрас может быть обусловлен альбинизмом (полное отсутствие пигмента), который опосредован локусом C. Мутация локуса C была идентифицирована в гене тирозиназы (TYR) , который кодирует критический фермент синтеза меланина. Белая кошка, гомозиготная по аллелю альбинизма (ca/ca), может иметь голубые глаза, и радужная оболочка не будет пигментирована и будет выглядеть розовой или красноватой из-за видимости сосудистой оболочки (тапетума). [5, 6, 9].

Учитывая, что в предварительных исследованиях белые мейн-куны были лидерами по остроте слуха среди обследованных пород кошек, и в то же время именно животные белого окраса находятся в группе риска по слуху, на наш взгляд, было интересно более детально изучить особенности распределения глухоты в популяции кошек породы мейн-кун белого окраса в Санкт-Петербурге.

Целью настоящего исследования было изучение частоты встречаемости генетически опосредованного нарушения слуха у кошек породы мейн-кун белого окраса.

Материалы и методы

Исследование было выполнено на 112 клинически здоровых кошках породы мейн-кун разного пола в возрасте от двух месяцев до двух лет. Все животные были белого окраса.

Кошек более старшего возраста не учитывали в исследовании с целью исключения приобретенных и возрастных нарушений слуха.

Все кошки предварительно проходили клинический осмотр и отоскопию с целью исключения отитов и других болезней органов слуха, способных повлиять на результаты исследования.

Контроль слуха осуществляли энцефалографическим методом – BAER-тест, который на сегодняшний день является наиболее объективным, точным и признанным методом контроля слуха у животных [7].

BAER-тест проводили в стандартных условиях ветеринарной клиники с обязательным применением релаксантов (2 % ксилазин, 0,1 % медитин).

Исследование было выполнено с использованием регистратора вызванных слуховых потенциалов Baercom UFI и штатного программного обеспечения Baercom PC. Поличастотные звуковые импульсы посылали через ушной микрофон пакетами, по 25 пакетов для каждого уха. Во избежание спонтанных ошибок тестирование каждого уха повторяли трижды.

Каждое ухо оценивали отдельно, мощность звукового сигнала составляла 70–75 Дб.

Результаты и обсуждение

Как представлено в таблице 1, из 112 обследованных кошек породы мейн-кун обоих полов, нарушение слуха (одно- или двусто-

Таблица 1

Частота встречаемости нарушений слуха у кошек породы мейн-кун

Группа животных	Количество голов	Односторонняя глухота, голов (%)	Двусторонняя глухота, голов (%)	Всего с нарушением слуха, голов (%)
Всего обследовано животных	112	24 (21,4%)	16 (14,3%)	40 (35,7%)
Самцы	68	16 (23%)	14 (20,6%)	30 (43,6%)
Самки	44	6 (13,6%)	2 (4,5%)	8 (18,1%)

ронняя глухота) были зарегистрированы в 35,7 % случаев.

При этом односторонняя глухота наблюдалась в 21,4 % случаев, а двусторонняя в 14,3 % случаев от всего исследованного поголовья.

При анализе представленных результатов становится очевидным, что генетически опосредованное нарушение слуха у самцов мейн-кунов встречается значительно чаще, чем у самок – в 43,6 % и 18,1 % случаев соответственно. При этом, если у самок односторонняя глухота встречается в 13,6 % случаев, а двусторонняя лишь в 4,5 %, то у самцов наблюдается несколько иная картина. Так одностороннюю глухоту мы наблюдали в 23 % случаев, а двустороннюю в 20,6 % случаев. То есть в отличие от самок, у самцов распределение глухоты на одно- и двустороннюю было примерно одинаковым и значительно выше, чем у самок.

Выводы

1. У обследованных кошек, представителей породы мейн-кун белого окраса (самцов и самок), нарушение слуха в виде одно- и двусторонней генетически опосредованной глухоты встречалось в 37,5 % случаев от обследованного поголовья животных.

2. У самцов кошек породы мейн-кун белого окраса нарушения слуха (одно- и двусторонняя генетически опосредованная глухота) встречались значительно чаще, чем у самок: 43,6 % случаев и 18,1 % случаев соответственно.

3. У обследованной группы кошек породы мейн-кун белого окраса у самцов частота встречаемости односторонней и двусторонней глухоты была близкая (23 % и 20,6 % соответственно) в то время как у самок односторонняя глухота встречалась чаще, чем двусторонняя (13,6 % и 4,5 % случаев соответственно).

Список литературы

1. Чуваев И. В. Возможность использования метода вызванных слуховых потенциалов (BAER-test) для оценки качества лечения тугоухости у собак / И. В. Чуваев // Материалы 4-го Международного конгресса ветеринарных фармакологов и токсикологов «Эффективные и безопасные лекарственные средства в ветеринарии», СПб, 2016. С. 201–202.

2. Чуваев И. В. Количественная оценка остроты слуха у животных при проведении BAER-теста / И. В. Чуваев // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2016, № 3(31). С. 36–40.

3. Чуваев И. В. Норма слуха у здоровых собак различных пород / И. В. Чуваев // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2020, № 1(45). С. 48–53.

4. Чуваев И. В. Норма слуха у клинически здоровых кошек / И. В. Чуваев, Ж. С. Будник //Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2021. № 3(51). С. 49–51.

5. Abitbol M. Allelic heterogeneity of albinism in the domestic cat. / M. Abitbol, P. Bossé, B. Grimard, L. Martignat, L. Tiret. // Anim. Genet., 2017. Feb;48(1):127–128. doi: 10.1111/age.12503. Epub 2016 Sep 15.

6. David V. A. Endogenous retrovirus insertion in the KIT oncogene determines white and white spotting in domestic cats. / V. A. David, M. Menotti-Raymond, A. C. Wallace, M. Roelke, J. Kehler, R. Leighty, E. Eizirik, S. S. Hannah, G. Nelson, A. A. Schäffer, C. J. Connelly, S. J. O'Brien, D. K. Ryugo. // G3: Genes| Genomes| Genetics. 2014, Aug 1;4(10):1881–91. doi: 10.1534/g3.114.013425.

7. Marshall A. E. Use of brainstem auditory evoked response to evaluate deafness in a group of Dalmatian dogs. / A. E. Marshall // J. of American Veterinary Medicine Ass. 1986. № 188. № 7. P.718–722.

8. Searle A. G. Comparative genetics of albinism. / A. G. Searle. // Ophthalmic Paediatr Genet. 1990 Sep;11(3):159–64. doi: 10.3109/13816819009020974.

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-6-12
УДК 578.821.2
Ключевые слова: вирус, оспа коз, нодулярный дерматит, гетерологичная вакцина, иммуногенность.
Key words: virus, goat pox, lumpy skin disease, heterologous vaccine, immunogenicity

Кондибаева Ж. Б., Шаяхметов Е. А., Саметова Ж. Ж., Аманова Ж. Т., Усембай А. К., Абитаев Р. Т., Булатов Е. А.

ИММУНОГЕННОСТЬ ГЕТЕРОЛОГИЧНОЙ ВАКЦИНЫ ИЗ ВИРУСА ОСПЫ КОЗ ШТАММА «G_{20}-LKV» ПРОТИВ НОДУЛЯРНОГО ДЕРМАТИТА КРС

IMMUNOGENICITY OF HETEROLOGOUS VACCINE FROM GOAT POX VIRUS STRAIN "G_{20}-LKV" AGAINST LUMPY SKIN DISEASE OF CATTLE

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности.
Адрес: 080409, Казахстан, Жамбыльская область, п. Гвардейский, Бауыржан Момышулы 15.
Scientific-research institute of biological safety problems.
Address: 080409, Kazakhstan, Zhambyl region, Gvardeisky, Bauyrzhan Momyshuly 15.

Кондибаева Жанат Буркитбаевна, PhD, ведущий научный сотрудник. E-mail: zhanat.kondybaeva@mail.ru
Kondibaeva Zhanat Burkitbaevna, PhD, Leading Researcher. E-mail: zhanat.kondybaeva@mail.ru
Шаяхметов Ералы Асхатович, младший научный сотрудник. E-mail: eraly.shax@gmail.com
Shayakhmetov Yeraly Askhatovich, Junior Researcher. E-mail: eraly.shax@gmail.com
Саметова Жанна Жумабековна, магистр биотехнологии, научный сотрудник. E-mail: sametova_zh.zh@mail.ru
Sametova Zhanna Zhumabekovna, Master of Biotechnology, Researcher. E-mail: sametova_zh.zh@mail.ru
Аманова Жанат Темирбаевна, магистр биологии, старший научный сотрудник. E-mail: amanova-janka@mail.ru
Amanova Zhanat Temirbaevna, Master of Biology, Senior Researcher. E-mail: amanova-janka@mail.ru
Усембай Абдурахман Кайратович, старший лаборант. E-mail: ausembai@mail.ru
Usembai Abdurakhman Kairatovich, Senior Laboratory Assistant. E-mail: ausembai@mail.ru
Абитаев Руслан Тореханович, магистр биологии, научный сотрудник. E-mail: rusabitaev@mail.ru
Abitaev Ruslan Torekhanovich, Master of Biology, Researcher. E-mail: rusabitaev@mail.ru
Булатов Ербол Акенович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией. E-mail: erbol_km@mail.ru
Bulatov Yerbol Akenovich, PhD of Biology, Head of the Laboratory. E-mail: erbol_km@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты определениие иммуногенности гетерологичной вакцины из штамма «G_{20}-LKV» вируса оспы коз против нодулярного дерматита КРС. Иммуногенность вакцины оценивали по наличию вируснейтрализующих антител (ВНА) и результатам контрольного заражения. Введение животным вакцины из штамма «G_{20}-LKV» подкожно в объеме 2,0 мл в дозе от 105,0 ТЦД50 вызывает формирование иммунитета у привитых животных через 21 сутки, длительностью не менее 12 месяцев.

Summary *The paper presents the results of determining the immunogenicity of a heterologous vaccine from the "G_{20}-LKV" strain of the goat pox virus against lumpy skin disease for cattle. The immunogenicity of the vaccine was assessed by the presence of virus neutralizing antibodies (VNA) and the results of challenge. The introduction of animal vaccines from the "G_{20}-LKV" strain, subcutaneously in a volume of 2.0 ml at a dose of 105.0 TCD50, causes the formation of immunity in vaccinated animals 21 days after vaccination, lasting at least 12 months.*

Введение

Оспа коз, оспа овец и нодулярный дерматит являются заразными вирусными болезнями коз (GTPV), овец (SPPV) и крупного рогатого скота (LSDV), соответственно вызываемыми вирусами рода *Capripoxvirus* (CaPV) семейства *Poxviridae*, которые серологически неотличимы друг от друг и способны индуцировать гетерологичную перекрестную защиту [11, 17]. Поскольку существует только один серотип CaPV, различение SPPV, GTPV и LSDV с помощью серологических и антигенных методов затруднено [15, 14].

Нодулярный дерматит для Казахстана является относительно новым заболеванием, поэтому обеспечение ветеринарно-санитарной безопасности и эпизоотического благополучия по названной болезни имеет важное научно-практическое значение. На территории Казахстана нодулярный дерматит впер-

вые был зарегистрирован в Западном Казахстане в 2016 году [18].

В соответствии с новой классификацией он включен в список болезней МЭБ, подлежащих обязательному уведомлению, в категорию «Болезни и инфекции крупного рогатого скота» [6, 20]. Нодулярный дерматит крупного рогатого скота (НД КРС) – вирусная высококонтагиозная болезнь крупного рогатого скота, реже – овец, коз и буйволов, характеризующаяся лихорадкой, образованием некротизирующихся кожных узлов (бугорков), генерализованным лимфаденитом, отеком конечностей, поражением глаз и слизистых оболочек органов дыхания. Заболевание передается животным, в основном, кровососущими насекомыми, комарами, москитами и мухами. Наибольшее количество больных животных регистрируется там, где много кровососущих насекомых. Заражение КРС нодулярным дерматитом происходит при попадании в организм животных ДНК-содержащих вирусов нескольких вариантов: Neethling, Allerton или BLD. При этом заражение, вызываемое вариантом Neethling, который является прототипным возбудителем нодулярного дерматита [4, 5], встречается чаще.

В связи с обострением эпизоотический ситуации по заразному узелковому (нодулярному) дерматиту крупного рогатого скота в мире и в сопредельном с нами государстве – России, принимается ряд мер по недопущению этой опасной болезни на территорию страны [10]. В том числе необходимо иметь высокоэффективные диагностические препараты и средства специфической профилактики, которые в короткие сроки позволили бы идентифицировать возбудителя НД КРС и быстро купировать распространение инфекции. Это обстоятельство требует постоянных поисков новых штаммов, пригодных для изготовления средств диагностики и специфической профилактики нодулярного дерматита КРС. Для активной специфической профилактики используют как гомологичные живые аттенуированные вирусные вакцины из штамма Neethling, так и гетерологичные живые аттенуированные вирусные вакцины из штаммов каприпоксвирусов, полученных от овец и коз. Все штаммы каприпоксвирусов, которые используются в качестве вакцины, могут вызывать сильную местную реакцию в месте инъекции. Рекомендуемая прививная доза из гомологичного вируса – 2,5 lg ТЦД$_{50}$/см^3, а доза гетерологичной вакцины из вируса оспы овец и коз – 3,5 lg ТЦД$_{50}$/см^3 (10-кратная «овечья» доза) [7, 16].

По данным литературы применение гетерологичной вакцины из штамма «G20-LKV» для профилактики НД КРС является одним из актуальных методов борьбы с инфекцией. В свою очередь, вакцинные препараты, наряду с высокой эффективностью, должны обладать достаточной безвредностью и иммуногенностью [13, 1].

Впервые в Казахстане, в НИИПББ, была разработана технология изготовления вакцины против нодулярного дерматита крупного рогатого скота из штамма «G_{20}-LKV» вируса оспы коз, которая по своим иммунобиологическим свойствам не уступает зарубежным вакцинам. Потребности в проведении нами данных исследований для Казахстана и стран Центральной Азии достаточно велики, поскольку применение живой вирусвакцины из штамма «G_{20}-LKV» для профилактики НД КРС на данной территории является одним из главных залогов успеха борьбы с этими инфекциями [9].

Цель исследования – определение иммуногенности гетерологичной вакцины из штамма «G_{20}-LKV» вируса оспы коз против вируса нодулярного дерматита КРС.

Материалы и методы

Характеристика штаммов

Вакцинный штамм «G_{20}-LKV» вируса оспы коз

В экспериментальной работе использован вакцинный штамм «G_{20}-LKV» вируса оспы коз (№ GenBank: AY077836.1), полученный путем длительного пассирования в культуре клеток почки ягнят (ПЯ) и относящийся к семейству *Poxviridae*, роду *Capripoxvirus*, вид *Variola Caprina* [2]. Инфекционная активность штамма составила 105,58- 106,00ТЦД$_{50}$/см^3, а вакцина, изготовленная с применением данного штамма, индуцирует иммунитет на 5-е сутки у 100 % вакцинированных

коз. Животные в возрасте 6–36 месяцев при подкожной иммунизации вакциной в дозе 100 ТЦД$_{50}$ из штамма «G$_{20}$-LKV» приобретают полную невосприимчивость на 5-е сутки к контрольному заражению вирулентным вирусом оспы коз при 100-процентной заболеваемости контрольных невакцинированных животных. Полученный штамм обладает высокой биологической активностью, иммуногенностью и безвредностью.

Штамм «НИИПББ-2019/К» вируса нодулярного дерматита КРС типа «НИТЛИНГ»

Штамм «НИИПББ-2019/К», был получен из изолята эпизоотического вируса НД КРС, выделенного от больного крупного рогатого скота в Атырауской области в 2016 году. Штамм вируса обладает патогенностью для крупного рогатого скота, которая характеризуется стимуляцией клинического заболевания нодулярным дерматитом у не менее 80 % животных, подвергнутых заражению, используется для контроля живых и инактивированных вакцин против нодулярного дерматита крупного рогатого скота.

Штамм «НИИПББ-2019/К» вируса нодулярного дерматита типа «НИТЛИНГ» репродуцировался в культуре клеток до количеств, вызывающих 50 % цитопатический эффект – $10^{5,5}$ – 10^{6},0 ТЦД$_{50}$/см^3.

Методы исследований

Иммуногенность вакцины определяли на клинически здоровых невакцинированных против НД КРС и других поксвирусов животных. До вакцинации определяли иммунный фон КРС к вирусу нодулярного дерматита. С этой целью сыворотки крови КРС исследовали в реакции нейтрализации (РН) на наличие антител к вирусу нодулярного дерматита КРС. Нейтрализующую активность сывороток определяли по индексу нейтрализации, которую вычисляли по разнице логарифмических показателей титров нормальной и испытуемой сыворотки.

Перед вакцинацией содержимое ампулы с вакциной растворяли физиологическим раствором. Для этого в ампулы вносили физиологический раствор в объеме, равном объему до высушивания и тщательно встряхивали до полного растворения вакцины. После растворения вакцины разводили стерильным физиологическим раствором для получения необходимой прививной дозы. В одной прививной дозе для КРС должно быть не менее 15 000 ТЦД$_{50}$ гетерологичного вируса (оспа коз).

Иммуногенность вакцины против НД КРС проверяли на 10 животных в возрасте 6–12 месяцев, живой массой 70–110 кг, (8 голов вакцинированные, 2 головы контрольные). Вакцину вводили подкожно, по 2,0 см^3 (15 000 ТЦД50) в область средней трети шеи с соблюдением правил асептики. На 7, 14 и 21 сутки после вакцинации отбирали пробы (сыворотка крови) для определения ВНА к вирусу нодулярного дерматита в РН. За инфицированными животными вели клиническое наблюдение в течение 21 суток с ежедневной термометрией тела.

На 21-е сутки после вакцинации всех вакцинированных и двух контрольных животных внутрикожно заражали вирулентным штаммом «НИИПББ-2019/К» вируса нодулярного дерматита КРС методом титрования в разведениях с 10^{-1} по 10^{-5} объемом 0,5 мл. За животными вели ежедневные клинические наблюдения с измерением температуры тела в течение 14 суток.

Для определения продолжительности иммунитета у животных, привитых вакциной вируса оспы коз из штамма «G$_{20}$-LKV» против нодулярного дерматита КРС, проводили исследование на 18 животных (КРС) вакцинированных в дозе 15 000 ТЦД$_{50}$ в объеме 2,0 см^3. Через 6, 9 и 12 месяцев вакцинированных животных вместе с интактной группой КРС подвергали контрольному заражению вирулентным штаммом «НИИПББ-2019/К» вируса нодулярного дерматита в дозе 1000 ИД$_{50}$ внутрикожно методом титрования в разведениях с 10-1 по 10^{-5} объемом 0,5 мл.

У всех вакцинированных и контрольных животных брали кровь через 6, 9 и 12 месяцев перед контрольным заражением для определения титра вируснейтрализующих антител.

Вакцина считалась иммуногенной, если у вакцинированных животных отсутствовали

Таблица 1

Результаты исследований сывороток крови вакцинированных КРС на наличие вируснейтрализующих антител в РН

п/п	Вид животных	Доза вакцины $ТЦД_{50}$/гол	Результаты исследования сывороток крови (сут)			Реакция животных
			7	14	21	
			РН	РН	РН	
1	КРС	15 000	0,50±0,00	0,75±0,25	1,25±0,14	Не наблюдалось
2	КРС		-	1,0±0,12	1,31±0,11	
3	КРС		0,75±0,31	1,25±0,43	1,75±0,43	
4	КРС		-	1,12±0,35	1,37±0,16	
5	КРС		0,50±0,00	1,06±0,15	1,50±0,19	
6	КРС		-	1,12±0,13	1,31±0,11	
7	КРС		0,75±0,10	1,37±0,16	1,68±0,27	
8	КРС		0,83±0,09	1,50±0,24	2,00±0,00	
9	КРС (контрольный)	10^{-1} – 10^{-5}	-	-	-	Угнетение, отказ от корма, температура тела 41,0 ^{0}С, на месте инъекции 10^{-1} разведения вируса в течение 5–7 суток отмечены уплотнения, покраснение и набухание кожного покрова
10	КРС (контрольный)		-	-	-	

клинические признаки НД КРС после контрольного заражения вирулентным вирусом, тогда как контрольные животные заболевали с клиническими признаками болезни (повышение температуры тела до (41,0–41,5) °С, появления бугорчатки, переходящие в везикулы и пустулы в месте введения вирулентного вируса размером не менее 2,0 см в диаметре). Анализ результатов исследований проводили с использованием программы Microsoft Excel 2010 (Microsoft™ Corp., WS, USA) и GraphPad Prism 6 (GraphPad™, San Diego, CA, USA).

Результаты исследований

Изучение иммуногенности вакцины показало, что у вакцинированных животных на 7, 14 и 21 сутки в сыворотке крови присутствуют вируснейтрализующие антитела в титрах 0,75–2,0 lg ТЦД50/см3. В сыворотке крови контрольных КРС не выявляли антител против указанных инфекций (таблица 1).

В результате проведенных исследований установлено, что все вакцинированные животные на протяжении 21 суток (срок наблюдения) оставались клинически здоровыми, повышения температуры тела и каких-либо припухлостей в местах введения вакцины не наблюдалось. Результаты реакции у вакцинированных животных представлены на рисунке (рис 1).

Анализ полученных результатов свидетельствует, что все вакцинированные животные

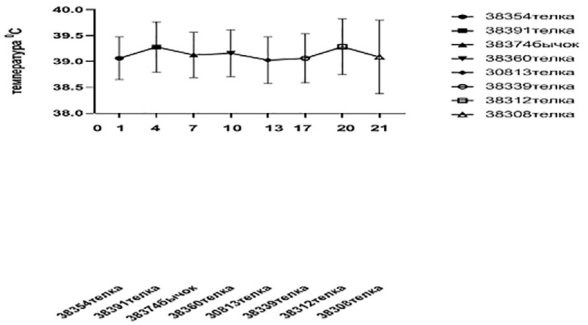


Рис. 1. Температуры тела КРС после вакцинации от 0 до 21 суток.

Рис. 2. Контрольное заражение КРС после вакцинации (21 сутки) вирулентным вирусом «НИИПББ-2019/К» методом титрования в разведениях с 10^{-1} по 10^{-5}.

Рис. 3. Папулы и пустулы в местах введения вирулентного вируса с 10^{-1} по 10^{-3}.

после заражения вирулентным штаммом «НИИПББ-2019/К» вируса НД КРС были устойчивы к контрольному заражению. Общее клиническое состояние у вакцинированных животных было в пределах нормы, признаков отклонения от физиологической нормы в течение 14 суток (срок наблюдения), температурная реакция, либо другие побочные действия препарата на организм животных не отмечалось.

В свою очередь, контрольные животные заболели с проявлением характерных клинических признаков. У них отмечали повышение температуры тела (40,5–41,5) ^{0}С на протяжении 5–7 суток, появление на месте введение, припухлости и папулы размером 5–6 см в диаметре в месте введения вирулентного вируса. На 8–10 сутки папулы превращались в везикулы с развитием некротических очагов (рис 3, 4).

На основе анализа полученных результатов было установлено, что гетерологичная вакцина вируса оспы коз для профилактики нодулярного дерматита обладает иммуногенностью при однократной иммунизации животных, что согласуется с данными ученых (В. Н. Сюрин и др, 1998, Д. В. Грачев, 2006, F. G. Davies, C. Otema, 1981, R. P. Kitching, 1989). Проверка иммуногенности вакцины показала, что она обладает иммуногенной эффективностью и защищает животных от заболевания при заражении вирулентным штаммом «НИИПББ-2019/К» вируса нодулярного дерматита.

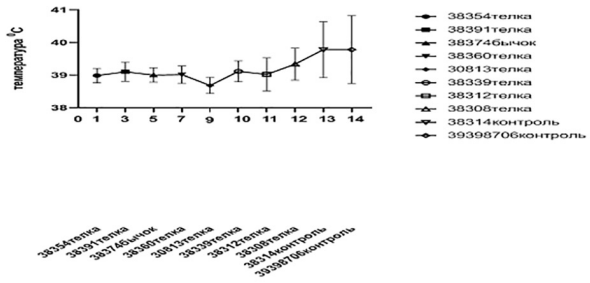


Рис. 4. Температурная реакция КРС, находившегося в опыте по определению иммуногенности вакцины, после контрольного заражения, наблюдения за 14 суток.

Результаты реакции животных на контрольное заражение представлены на рисунках (рис. 2, 3, 4)

Таким образом, анализ полученных результатов показал, что после вакцинации гетерологичной вакциной вируса оспы коз против НД КРС в сыворотках крови вакцинированных животных отмечалось наличие специфических антител достаточного уровня защиты от данной инфекции. В наших экспериментах не обнаружено ни одного случая повышения температуры тела и отклонения от физиологической нормы.

В дальнейших исследованиях была поставлена задача изучения продолжительности иммунитета у животных, привитых вакциной вируса оспы коз против нодулярного дерматита КРС. Результаты опытов представлены в таблице 2.

Таким образом, анализ полученных результатов показал, что после вакцинации гетерологичной вакциной вируса оспы коз против НД КРС в сыворотках крови вакци-

Таблица 2

Длительность иммунитета у КРС, привитого вакциной вируса оспы коз из штамма «G_{20}-LKV»

№ n/n	Сроки после иммунизации, мес	Количество вакцинированных животных, гол	Титр ВНА (X±m)	Количество интактных животных, гол	Результаты контрольного заражения	
					вакцинированных животных	интактных животных
1	6	4	1,50±0,43	2	0/4	2/2
2	9	4	1,12±0,35	2	0/4	2/2
3	12	4	1,00±0,31	2	0/4	2/2

Примечание: – в числителе количество заболевших животных; – в знаменателе общее количество животных в группе.

нированных животных отмечалось наличие специфических антител достаточного уровня защиты от данной инфекции. В наших экспериментах не обнаружено ни одного случая повышения температуры тела и отклонения от физиологической нормы.

В дальнейших исследованиях была поставлена задача изучения продолжительности иммунитета у животных, привитых вакциной вируса оспы коз против нодулярного дерматита КРС. Результаты опытов представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что у вакцинированных животных в течение 1 года в крови присутствуют вируснейтрализующие антитела в титрах в пределах 1,50–1,00 lg ТЦД$_{50}$/см^3. Иммунизированные животные в течение 12 месяцев оставались невосприимчивыми к вирулентному вирусу НД КРС (срок наблюдения).

Таким образом, в результате проведенных исследований, нами получена иммуногенная и слабореактогенная гетерологичная вакцина против нодулярного дерматита КРС из штамма «G_{20}-LKV» вируса оспы коз, индуцирующая образование напряженного иммунитета на 21-е сутки и длительностью 12 месяцев (срок наблюдения).

Обсуждение результатов

Наиболее эффективной мерой профилактики нодулярного дерматита КРС является вакцинация. Эффективная иммунопрофилактика зависит от выбора вакцинного препарата, который в свою очередь обусловливается иммуногенностью, безвредностью и стабильностью штамма. В связи с этим в настоящее время перспективным направлением является применение вакцинных препаратов с использованием гетерологичных вакцин. Следовательно, можно защищать КРС против нодулярного дерматита с помощью штаммов каприпоксвируса, полученных от овец и коз. В 1989 и 1990 году румынский штамм вакцины против оспы овец использовали для борьбы со вспышкой нодулярного дерматита в Египте [12, 19].

Полученные нами экспериментальные данные по определению иммуногенности гетерологичной вакцины вируса оспы коз против нодулярного дерматита свидетельствуют о том, что разработанная нами вакцина против нодулярного дерматита КРС соответствует аналогичным исследованиям с данными зарубежных ученых [3, 8].

В результате проведенных экспериментов установлено, что гетерологичная вакцина вируса оспы коз из штамма «G_{20}-LKV» в дозе 15 000 ТЦД$_{50}$ создает у однократно привитых животных напряженный иммунитет у крупного рогатого скота от нодулярного дерматита, не вызывая у них повышения температуры тела и развития клинических признаков болезни. Проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что гетерологичная вакцина обладает достаточной антигенной активностью и иммуногенностью. Иммунитет у привитых вакциной животных наступает на 21-е сутки и сохраняется в течение 12 месяцев (срок наблюдения).

Заключение

На основании проведенных исследований можно заключить, что гетероло-

гичная вакцина против вируса оспы коз обладает полноценной иммуногенностью против НД КРС. Предлагаемый биопрепарат рекомендуется для профилактической иммунизации КРС как в угрожаемых, так и в неблагополучных хозяйствах по болезни нодулярного дерматита КРС и оспы коз.

Список литературы

1. Абдураимов Е. О. Изучение иммунобиологических свойств штамма «G20-LKV» вируса оспы коз / Е. О. Абдураимов, С. М. Мамадалиев, М. А. Мамбеталиев, Е. А. Булатов // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане: Сб. трудов посвящ. 10-летию суверенитета Республики Казахстан и 50-летию Талдыкорганской противочумной станции. Выпуск 4. Алматы, 2001. С. 296–297.

2. Абдураимов Е. О. Разработка технологии изготовления вирусвакцины против оспы коз: автореф. дисс. на соискание уч. степ. канд. вет. наук. / Е. О. Абдураимов. 2003. С. 9–12.

3. Грачев Д. В. Иммунобиологические свойства вируса оспы коз, выделенного в Республике Таджикистан: автореф. дисс. на соискание уч. степ. канд. вет. наук. / Д. В. Грачев. Покров, 2006. 26 с.

4. Гуненков В. В. Заразный узелковый дерматит крупного рогатого скота / В. В. Гуненков. // Сборник науч. Тр. ВГНКИ. 2005. Т. 66. С. 46–54.

5. Закутский Н. И. Нодулярный дерматит крупного рогатого скота: характеристика возбудителя болезни, распространение, диагностика и меры борьбы (обзор литературы) / Н. И. Закутский, В. М. Балышев, С. Г. Юрков, А. Г. Гузалова, А. В. Луницин // Ветеринарный врач. 2016, № 4. С. 3–12.

6. Кодекс здоровья наземных животных МЭБ / Т. 1. – 23 изд. – Париж, 2014. – Гл. 1. 2. Критерии включения болезней, инфекций и инфестаций в список МЭБ. – С. 5.

7. Кукушкина М. С. Сравнительный анализ эффективности гомологичной и гетерологичной иммунизации овец и коз против оспы / М. С. Кукушкина, А. В. Гарькин, Н. В. Мороз, В. И. Диев // Вестник Кыргызского научно-исследовательского института животноводства, ветеринарии и пастбищ им Арстанбека Дуйшеева (КыргНИИЖВиП). Бишкек, 2007. № 1. С. 234–238.

8. Мищенко В. А. Влияние физиологического и иммунобиологического статуса КРС на уровень поствакцинального иммунитета / В. А. Мищенко, А. В. Кононов, А. В. Мищенко и др. // Ветеринария Кубани. 2008. № 2. С. 5–7.

9. Патент KZ (A) №10997, 14.12.2001. «Способ приготовления вирусвакцины против оспы коз» / Абдураимов Е. О., Мамадалиев С. М., Мамбеталиев М. А., Абдураимова Ж. О.

10. Эпизоотическая ситуация по заразному узелковому дерматиту в РФ. Россельхознадзор, 2019. Режим доступа: URL:https://www.fsvps.ru/fsvps/ook/ndrussia/

11. Babiuk S. Capripoxviruses: An Emerging Worldwide Threat to Sheep, Goats and Cattle. / S. Babiuk, T. R. Bowden, D. B. Boyle, D. B. Wallace, R. P. Kitching // Transboundary and Emerging Diseases. 2008. 55 (7): P. 263–272. https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2008.01043.x .

12. Brenner J. Lumpy skin sease (LSD) in a large dairy herd in Israel. / J. Brenner, M. Haimovitz, E. Oron, Y. Stram, O. Fridgut, V. Bumbarov, L. Kuznetzova, Z. Oved, A. Waserman, S. Garazzi, S. Perl, D. Lahav, N. Edery, H. Yadin // Isr. J. Vet. Med., 2006. № 61, P. 73–77.

13. Zhugunissov K. Goatpox virus (G20-LKV) vaccine strain elicits a protective response in cattle against lumpy skin disease at challenge with lumpy skin disease virulent field strain in a comparative study. / K. Zhugunissov, Y. Bulatov, M. Orynbayev, L. Kutumbetov, Y. Abduraimov, Y. Shayakhmetov, D. Taranov, Z. Amanova, M. Mambetaliyev, Z. Absatova et al. // Vet. Microbiol. 2020, 245, 108695. P. 1–8.

14. Gershon P. D. A Capripoxvirus Pseudogene Whose Only Intact Homologs Are in Other Poxvirus Genomes. / P. D. Gershon, D. N. Black. // Virology. 1989. 172, P. 350–354.

15. Kitching R. P. Studies on the major common precipitating antigen of capripoxvirus. / R. P. Kitching, J. M. Hammond, D. N. Black // J. Gen. Virol. 1986, 67, P. 139–148.

16. Menasherow S. A high-resolution melting (HRM) assay for the differentiation between Israeli field and Neethling vaccine lumpy skin disease viruses. / S. Menasherow, O. Erster, M. Rubinstein-Giuni, A. Kovtunenko, E. Eyngor, B. Gelman, E. Khinich, Y. Stram. // J. Virol. Methods. 2016, 232, P.12–15.

17. Sileshi Aregahagn. Spatiotemporal Distributions of Sheep and Goat Pox Disease Outbreaks in the Period 2013–2019 in Eastern Amhara Region, Ethiopia. / Sileshi Aregahagn, Belege Tadesse, Bethelihem Tegegne, Yalelet Worku, and Seid Mohammed. / Veterinary Medicine International 2021: P.1–7. https://doi.org/10.1155/2021/6629510.

18. Orynbayev M. B. Lumpy skin disease in Kazakhstan / M. B. Orynbayev, R. K. Nissanova, B. M. Khairullin, A. Issimov, K. D. Zakarya, K. T. Sultankulova, L. B. Kutumbetov, A. B. Tulendibayev, B. Sh. Myrzakhmetova, E. D. Burashev, S. S. Nurabayev, O. V. Chervyakova, A. K. Nakhanov, R. A. Kock. // Tropical Animal Health and Production (2021) 53: 166. DOI: 10.1007/s11250-021-02613-6.

19. OIE Terrestrial Manual 2017 Chapter 2/4/13.-Lumpy skin disease.

20. FAO. (2017). Lumpy skin disease (LSD) field manual for veterinarians. http://www.fao.org/3/a-i7330e.pdf.

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-13-16
УДК 619:616.9(571.6)
Ключевые слова: гельминтозы, крупный рогатый скот, экстенсивность инвазии, эпизоотологическая ситуация, Амурская область
Key words: helminthiases, cattle, extensiveness of invasion, epizootological situation, Amur Region

Бондаренко Г. А., Соловьева И. А., Трухина Т. И.

ГЕЛЬМИНТОЗЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

HELMINTHIASES OF CATTLE IN THE AMUR REGION

ФГБНУ Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт
Адрес: 675005, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Северная, д. 112
Federal State Budgetary Scientific Institution Far East Zone Research Veterinary Institute
Address: 675005, Russia, Amur Region, Blagoveshchensk, st. Severnaya, 112

Бондаренко Галина Анатольевна, научный сотрудник. E-mail: galy78@yandex.ru
Bondarenko Galina Anatolievna, Researcher. E-mail: galy78@yandex.ru
Соловьева Ирина Александровна, к. б. н., ведущий научный сотрудник. E-mail: sia_storm@ mail.ru
Solovyova Irina Alexandrovna, PhD of Biology, Leading Researcher. E-mail: sia_storm@mail.ru
Трухина Тамара Ивановна, к. с.-х. н., старший научный сотрудник. E-mail: toma.trukhina@mail.ru
Trukhina Tamara Ivanovna, PhD of Agricultural Scienses, Senior Researcher. E-mail: toma.trukhina@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ текущей эпизоотической ситуации по гельминтозам крупного рогатого скота на территории Амурской области. Зарегистрирована циркуляция 8 нозологических единиц гельминтов из класса *Nematoda*, *Cestodea* и *Trematoda*. При этом постоянно циркулируют в животноводческих хозяйствах три нозологические единицы – это *Neoascaris vitulorum*, *Strongylata spp*., *Moniezia sp*. Основу гельминтозов составляли стронгилятозы. Определена динамика развития основных гельминтозов. Необходимо скорректировать лечебно-профилактические мероприятия и рекомендовать с учетом увеличения показателей инвазированности по стронгилятозам и мониезиозу применение антгельминтных препаратов комплексного действия. Для своевременного реагирования на изменения эпизоотического состояния по гельминтозам крупного рогатого скота необходимо увеличить количество мониторинговых исследований.

Summary. *The analysis of the current epizootic situation on helminthiases of cattle in the territory of the Amur region was carried out. The circulation of 8 nosological units of helminths from the class Nematoda, Cestodea and Trematoda was registered. At the same time, three nosological units are constantly circulating in livestock farms – these are Neoascaris vitulorum, Strongylata spp., Moniezia sp. The basis of helminthiases was strongylatoses. The dynamics of the development of the main helminthiases has been determined. It is necessary to correct therapeutic and preventive measures and recommend, taking into account the increase in invasion rates for strongylatoses and moniesiasis, the use of anthelmintic drugs of complex action. For a timely response to changes in the epizootic state of helminthiases in cattle, it is necessary to increase the number of monitoring studies.*

Введение

Одним из основных направлений государственной поддержки АПК является обеспечение роста производства продукции животноводства. Статистические данные свидетельствуют об отсутствии устойчивой положительной динамики количественных показателей функционирования основных отраслей животноводства в Амурской области [1, 2, 6]. Для обеспечения продуктивности в животноводстве необходимым условием является благополучие животных по различным заболеваниям. Наличие гельминтозов в животноводческих хозяйствах приводят к значительному ущербу, который складывается из снижения мясной и молочной продуктивности, ухудшения качества продукции, заражения молодняка, падежа скота и других убытков [5]. Актуальным с точки зрения продовольственной безопасности страны в сфере регулирования поголовья сельскохозяйственных животных, получаемой продукции от них и безопасности в сфере здравоохранения становится ежегодный мониторинг неблагополучных по гельминтозам территорий Российской Федерации

среди поголовья сельскохозяйственных животных [4]. Важной задачей остается проведение мониторинговых мероприятий для установления гельминтозов и динамики их развития в конкретном регионе, что позволит своевременно проводить лечебно-профилактические мероприятия для получения безопасной продукции животноводства.

Цель: Изучение динамики развития эпизоотологической ситуации по гельминтозам крупного рогатого скота в Амурской области.

Материалы и методы

Работа выполнена на базе отдела паразитологии и зоооэкологии ФГБНУ ДальЗНИВИ. Объектами исследования являлась ветеринарная отчетность по форме 5-вет. Методы исследований – математические, статистические.

Анализ текущей эпизоотической ситуации и динамики ее развития по основным видам гельминтозов на территории Амурской области проведен на основании ежегодной отчетности Управления ветеринарии и племенного животноводства Амурской области и ГБУ «Амурская ветеринарная лаборатория» за период 2018–2020 гг.

Статистическая обработка полученных данных проведена методами вариационной статистики с использованием стандартных компьютерных программ [3].

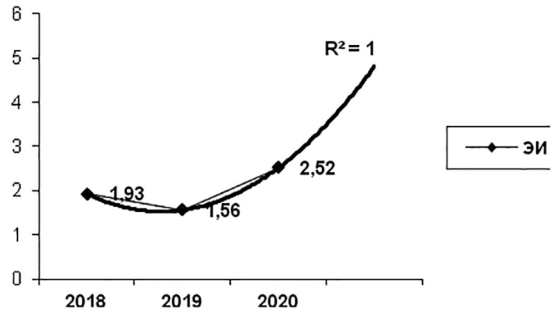


Рис. 1. Динамика развития гельминтозов в Амурской области.

Результаты исследований

За период 2018–2020 гг. было исследовано 34 462 пробы от крупного рогатого скота, из которых у 676 выявили положительный результат на гельминты. Установлено, что в 2018–2020 гг. зарегистрирована циркуляция 8 нозологических единиц гельминтов из классов *Nematoda, Cestodea* и *Trematoda* – нематоды *Neoascaris vitulorum, Dictyocaulus viviparus, Strongylloides papillosus, Strongylata spp., Trichocephalus skrjabini*; трематоды *Paramphistomata spp., Fasciola gepatica* и цестоды *Moniezia sp*. При этом постоянно циркулируют три нозологические единицы –

Таблица 1

Гельминтозы крупного рогатого скота на территории Амурской области за период 2018–2020 гг. (по данным ветеринарной отчетности)

Наименование заболевания	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	Количество материала	Положит. результатов	ЭИ,%	Количество материала	Положит. результатов	ЭИ,%	Количество материала	Положит. результатов	ЭИ,%
Нематодозы									
Диктиокаулез	1391	1	0,07	1787	1	0,06	787	0	-
Неоаскаридоз	13229	2	0,02	11892	27	0,23	9341	16	0,17
Стронгилятозы	13229	144	1,09	11892	121	1,02	9341	181	1,94
Трихоцефалез	-	-	-	11892	18	0,15	-	-	-
Стронгилоидоз	13229	58	0,44	11892	18	0,15	-	-	-
Трематодозы									
Парамфистомоз	11838	1	0,01	-	-	-	7051	14	0,20
Фасциолез	13229	43	0,33	-	-	-	-	-	-
Цестодозы									
Мониезиоз	13229	6	0,05	11892	1	0,008	9341	24	0,26
Всего:	13229	255	1,93	11892	186	1,56	9341	235	2,52

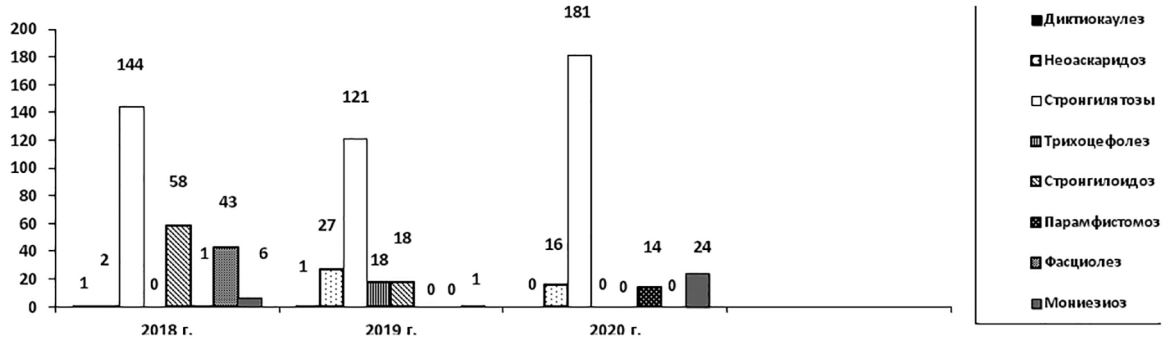


Рис. 2. Количество выявленных гельминтозов по годам (2018–2020 гг.).

это *Neoascaris vitulorum, Strongylata spp., Moniezia sp.* (таблица 1).

Обсуждение результатов

Динамика развития эпизоотической ситуации по гельминтозам имеет неоднозначное значение, так, с 2018 по 2020 гг. увеличилось общее количество выявленных гельминтозов (по ЭИ), к сожалению, при этом заметно значительное уменьшение количественных показателей общих проведенных исследований (рисунок 1, таблица 1). Количество видов выявляемых гельминтозов уменьшилось в 2020 году в сравнении с 2018 г. почти в 2 раза (рис. 2). Основу гельминтозов за исследуемый период составляли стронгилятозы с ЭИ=1,02–1,94 %.

Проведенный анализ у постоянно выявляемых гельминтозов в Амурской области показал ухудшение ситуации по стронгилятозам и мониезиозу. Выявлено увеличение показателей по экстенсивности инвазии стронгилятозов в 1,3 раза, по мониезиозу более чем в 5 раз (рис. 3, рис. 4). При этом наблюдается стабилизация ситуации по неоаскаридозу (рис. 5).

Таким образом, в результате проведенного анализа с учетом ранее полученных результатов установлено доминирование стронгилятозов на протяжении последних лет с ухудшением эпизоотической ситуации в динамике.

Заключение

В течение 2018–2020 гг. зарегистрированы случаи гельминтозов, вызываемые 8 нозологическими единицами. При этом постоянно циркулируют три нозологические

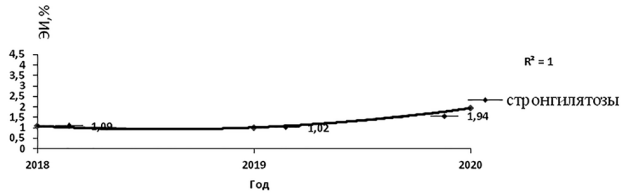


Рис. 3. Динамика развития стронгилятозов.

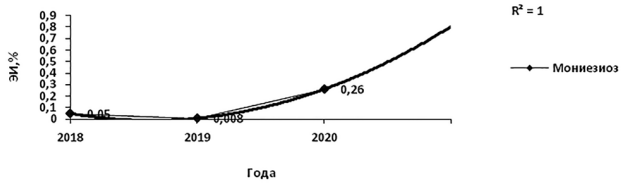


Рис. 4. Динамика развития мониезиоза.

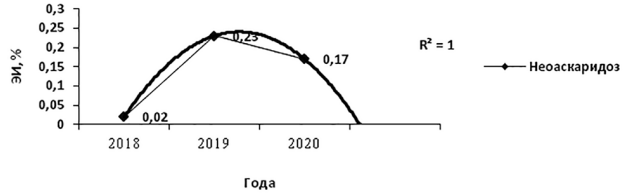


Рис. 5. Динамика развития неоаскаридоза.

единицы – *Neoascaris vitulorum, Strongylata spp., Moniezia sp*. Выявлено ухудшение эпизоотической ситуации по стронгилятозам и мониезиозу и стабилизация по неоаскаридозу.

Таким образом, необходимо скорректировать лечебно-профилактические мероприятия и рекомендовать с учетом увеличения показателей инвазированности по стронгилятозам и мониезиозу применение антигельминтных препаратов комплексного действия, а также увеличить количество мониторинговых исследований для своевременного реагирования на изменения эпизоотического состояния по гельминтозам крупного рогатого скота на территории Амурской области.

Список литературы

1. Енина Д. В. Оценка уровня самообеспеченности Амурской области продуктами молочнопродуктового и мясопродуктового подкомплексов / Д. В. Енина // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2017. № 3(64). С. 283–295.

2. Кушнарев Е. Н. Государственная поддержка животноводства в Амурской области / Е. Н. Кушнарев // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Тезисы докладов всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 17 апреля 2019 года. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. С. 120.

3. Лакин Г. Ф. Биометрия: [Учеб. пособие для биол. спец. вузов]. 4-е изд., перераб. и доп. / Г. Ф. Лакин. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

4. Пузанова Е. В. Прогноз эпизоотической ситуации по основным гельминтозам сельскохозяйственных животных на территории Российской Федерации на 2020 год / Е. В. Пузанова // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 2. С. 53–61. DOI 10.31016/1998-8435-2020-14-2-53-61.

5. Сафиуллин Р. Т. Паразитарные болезни, их распространение и экономический ущерб. Р. Т. Сафиуллин // Ветеринарный врач, 2004. №2. С. 69–70.

6. Чурилова К. С. Проблемы обеспечения продуктами питания животного происхождения в Амурской области / К. С. Чурилова, Е. А. Волкова // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 2-х частях, Благовещенск, 11 апреля 2018 года. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. Ч. 2. С. 96–99.

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-16-20
УДК 636.22:619:616.993.1
Ключевые слова: анаплазмоз, нетели, коровы, паразитемия, иммуногематологические показатели
Keywords: anaplasmosis, non-calved cows, cows, parasitemia, immunohematological parameters

Скорнякова О. О.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ В КРОВИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ АНАПЛАЗМОЗЕ

SEASONAL DYNAMIC OF CATTLE'S BLOOD CHANGES IN ANAPLASMOSIS

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет».
Адрес: 610017, Россия, г. Киров, Октябрьский проспект, д. 133.
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Vyatka State Agrotechnological University». Address: 610017, Russia, Kirov, Oktyabrsky Prospect, 133.

Скорнякова Ольга Олеговна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии, хирургии, акушерства и заразных болезней. E-mail: olymur@yandex.ru
Skornyakova Olga Olegovna, PhD of Veterinary, Associate Professor of the Department of Therapy, Surgery, Obstetrics and Infectious Diseases. E-mail: olymur@yandex.ru

Аннотация. В статье изучена сезонная динамика изменений интенсивности анаплазмозной инвазии и иммуногематологических показателей в крови нетелей и коров. По результатам исследований выявлены сезонные колебания количества гемоглобина, уровня эозинофилов, Е- и ЕАС-РОК клеток, индекса Т/В-лимфоцитов в зависимости от паразитемии. Весной перед выгоном животных на пастбище при максимальном уровне паразитемии отмечено самое низкое содержание Нв и количества эритроцитов в крови нетелей и коров. Осенью при снижении ИАИ на 16,7 и 23,81 % наблюдается увеличение Нв на 4,14 и 3,94 %, соответственно. В лейкограмме крови в течение всего года регистрируется эозинофилия. При исследовании клеточного звена иммунитета у нетелей и коров отмечено низкое содержание и количество Т-лимфоцитов, а индекс Т/В-клеток находился на уровне 1,06–0,94 и 1,09–0,99, соответственно. В зимний стойловый период все показатели клеточного и гуморального звена иммунитета снижаются.

Summary. *The article studied the seasonal dynamics of changes in the intensity of anaplasmosis invasion and immunohematological parameters in the blood of non-calved cows and cows. According to the results of the studies,*

seasonal fluctuations in the amount of hemoglobin, the level of eosinophils, E- and EAC-ROCK cells, and the index of T/B-lymphocytes depending on parasitemia were revealed. At spring, before the pasture of animals to pasture, at the maximum level of parasitemia, the lowest content of Hb and the number of erythrocytes in the blood of non-calved cows and cows was noted. In autumn, with a decrease in IAI by 16.7 and 23.81 %, an increase in Hb by 4.14 and 3.94 %, respectively, is observed. Eosinophilia is recorded in the blood leukogram throughout the year. In the study of the cellular link of immunity in non-calved cows and cows, a low content and number of T-lymphocytes were noted, and the T/B-cell index was at the level of 1.06-0.94 and 1.09-0.99, respectively. In the winter stall period, all indicators of the cellular and humoral immunity are reduced.

Введение

Возбудителем анаплазмоза крупного рогатого скота в Кировской области является внутриэритроцитарный паразит *Anaplasma marginale* (Theiler, 1910), относящийся к роду *Anaplasma*. В результате проведенного мониторинга в 2010 году из 25 районов выделено 3 района с наибольшим процентом зараженных животных (51,44–89,57 %) – Вятско-полянский, Малмыжский, Кильмезский. Паразитемия в среднем составила 5–6 анаплазм в 100 полях зрения микроскопа [2, 3, 5].

Анаплазмоз в области протекает в форме паразитоносительства и характеризуется двумя сезонными вспышками: первой – с наибольшей ЭАИ (экстенсивностью анаплазмозной инвазии) нетелей и коров в зимний стойловый период, второй – с наибольшим уровнем паразитемии (интенсивностью анаплазмозной инвазии (ИАИ)) до выгона животных на пастбище. Коровы на 8 % выше и 11,1 % сильнее заражены анаплазмозом, чем нетели [4]. Максимальное количество зараженных животных методом микроскопии отмечено в зимний стойловый период (ЭАИ 90 %), методом РДСК – осенью (ЭАИ 60 %) [6].

Материалы и методы

Работа выполнена на базе ООО Агрофирма «Савали» Малмыжского района Кировской области. Диагностика анаплазмоза (ЭАИ, ИАИ) проводилась путем микроскопии мазков из периферической крови спонтанно зараженных анаплазмозом животных, окрашенных по методу Романовского-Гимза с использованием буферного раствора [2] и подтверждалась в РДСК с анаплазменным антигеном ВИЭВ согласно «Методическим указаниям по лабораторной диагностике пироплазмидозов животных», утвержденным Департаментом ветеринарии Минсельхоза России от 9 ноября 2000 года (№13-7-2/2183), «Наставлению по постановке и учету РДСК с нутталлийным антигеном ВИЭВ», утвержденному Главным управлением ветеринарии МСХ СССР от 4 марта 1976 года, «Временному наставлению по применению набора компонентов для диагностики анаплазмоза рогатого скота в реакции длительного связывания комплемента», утвержденному ГУВ Госагропрома СССР от 6 мая 1988 года на базе лаборатории протозоологии ФГБНУ ВИЭВ им. Я. Р. Коваленко под руководством д. б. н. Х. Георгиу [1]. Параллельно исследовали на бабезиоз (пироплазмоз). С учетом краевой эпизоотологии микроскопии подвергли две половозрастные группы животных: 1 группа – нетели (n=10) и 2 группа – коровы (n=10). Животных в группах исследовали трехкратно с интервалом 3 месяца: первый раз – весной в конце мая до выгона на пастбище, второй – осенью в сентябре перед постановкой в стойла и третий – зимой в декабре в стойловый безвыгульный период. Кроме микроскопии произведены подсчеты иммуногематологических показателей у нетелей (n=5) и коров (n=5). Количество гемоглобина определяли гемоглобинцианидным методом на основе реагентов «Гемоглобин-200-«СПб» и спектрофотометра ПЭ-5400 УФ, количество эритроцитов, лейкоцитов, показателей лейкоцитарной формулы по общепринятым методикам, содержание Т- и В-лимфоцитов в периферической крови, выявляемых в реакции спонтанного и комплементарного розеткообразования по методу M. Jondal et al. (1972) и C. Bianco et al. (1970), индекса Т-/В-лимфоцитов (соотношение Т- и В-лимфоцитов). Статистическое стандартное отклонение в группе вычисляли с использованием критерия Стъюдента с применением компьютерной программы ASD.

Таблица 1

Сезонные показатели зараженности нетелей и коров

Показатели	Половозрастная группа (n=10)	Результаты исследований		
		весна	осень	зима
ЭАИ бабезиоз (микроскопия), %	нетели	-	-	-
	коровы	-	-	-
ЭАИ анаплазмоз (микроскопия), %	нетели	80	80	90
	коровы	80	80	90
ИАИ, кол-во анаплазм в 100 п./з. микроскопа	нетели	3,8±1,5	3,1±0,8	3,9±1,3
	коровы	4,6±1,5	3,4±1,1	4,1±1,6
РДСК бабезиоз, %	нетели	30	50	50
	коровы	40	50	50
РДСК анаплазмоз, %	нетели	60	60	50
	коровы	30	60	50

Результаты исследований и обсуждение

По результатам диагностических исследований Кировской облветлаборатории за 2010–14 годы ЭАИ крупного рогатого скота в Малмыжском районе Кировской области находилась в пределах 46,52–78,3 %. Максимальное количество зараженных животных в 2010 году зарегистрировано в июне (ЭАИ=98,2 %), в 2013 году – в феврале (ЭАИ=80,8 %), в 2014 году – в марте (ЭАИ=93,3 %) от числа исследованных [4].

Результаты микроскопии нетелей и коров подтверждают анаплазмоносительство на фоне 80–90 %-ной зараженности (табл. 1). При исследовании сыворотки крови в РДСК с ана-плазменным антигеном максимум 60 % животных (осенью) дали положительную реакцию. При отрицательной микроскопии на бабезиоз в РДСК с бабезийным антигеном 50 % животных (весной) прореагировали положительно. Перекрестная реакция составила 30 % (12 проб из 30 дали положительную реакцию на оба антигена).

Сезонная динамика ИАИ нетелей и коров при спонтанном анаплазмозе характеризуется одинаковыми изменениями (рис. 1а). Паразитемия в периферической крови нетелей находилась на уровне 3,1–3,9, коров – 3,4–4,6 анаплазмы в 100 п./з. микроскопа в среднем. Перед выгоном на пастбище и в зимний стойловый период отмечен наибольший уровень паразитемии соответственно. Степень инвазированности коров была выше в течение всего периода исследований.

В динамике количества эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, показателей лейкоцитарной формулы (табл. 2) отмечены незначительные колебания в пределах физиологической нормы. Следует отметить, что количество эритроцитов в крови нетелей

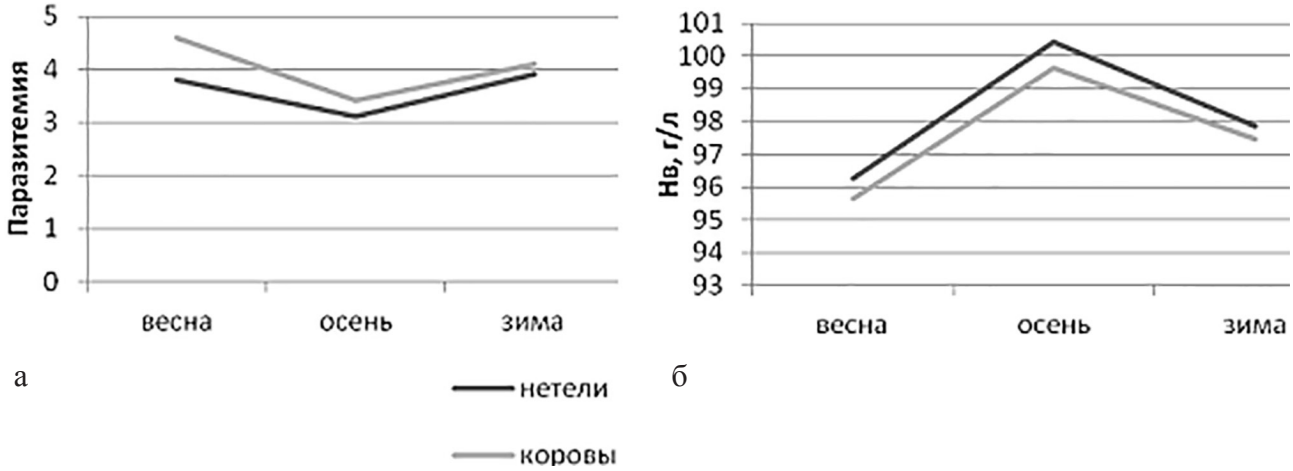


Рис. 1. Сезонная динамика изменений уровня зараженности (а) и количества гемоглобина (б) в крови нетелей и коров

Таблица 2

Сезонные иммуногематологические показатели нетелей и коров (M±m)

Показатели	Половозрастная группа (n=10)	Результаты исследований		
		весна	осень	зима
Нв, г/л	нетели	96,26±4,1	100,42±5,6	97,86±4,2
	коровы	95,66±4,7	99,62±4,1	97,48±4,5
Эритроциты, 10^{12}/л	нетели	5,12±0,05	5,36±0,19	5,22±0,21
	коровы	5,08±0,16	5,28±0,14	5,13±0,12
Лейкоциты, 10^9/л	нетели	6,36±0,10	6,76±0,22	6,27±0,10
	коровы	6,43±0,22	6,78±0,13	6,28±0,16
Абсолютное количество лимфоцитов (АКЛ), 10^9/л	нетели	3,27±0,32	3,89±0,27	3,38±0,40
	коровы	3,88±0,30	4,12±0,27	3,44±0,21
Т-лимфоциты, %	нетели	35,4±2,51	39,8±1,48	28,8±3,56*
	коровы	37,6±4,34	40,2±1,48	30,8±2,59*
Т-лимфоциты, 10^9/л	нетели	1,16±0,18	1,55±0,16	0,98±0,21
	коровы	1,45±0,11	1,66±0,83	1,07±0,12
В-лимфоциты, %	нетели	33,4±3,21	36,4±1,14	30,6±1,82*
	коровы	34,6±5,90	36,8±1,79	30,8±1,30*
В-лимфоциты, 10^9/л	нетели	1,09±0,18	1,41±0,08	1,04±0,16
	коровы	1,33±0,17	1,51±0,06	1,07±0,04***
Индекс Т/В, у. е.	нетели	1,06±0,04	1,09±0,06	0,94±0,09
	коровы	1,10±0,13	1,09±0,05	0,99±0,10
Базофилы, %	нетели	1±0	-	-
	коровы	-	3±0	1±0
Эозинофилы, %	нетели	10±2,5	13,2±1,9	10,4±1,9
	коровы	11,2±4,0	11,6±3,9	10,2±3,0
Палочкоядерные нейтрофилы, %	нетели	4,4±0,9	4,6±0,5	4,4±0,5
	коровы	4,4±0,5	4,4±0,9	4,4±0,5
Сегментоядерные нейтрофилы, %	нетели	33,8±6,5	24,8±4,9	31,4±5,0
	коровы	23,4±5,9	24,0±5,1	28,8±4,4
Лимфоциты, %	нетели	51,4±5,1	57,6±4,1	54,0±6,6
	коровы	60,4±5,7	60,8±3,6	55,4±4,9
Моноциты, %	нетели	1±0	-	-
	коровы	1,5±0,7	-	-

Примечание: * – разница между периодами достоверна (P<0,05); *** – разница между периодами достоверна (P<0,001).

и коров находилось вблизи нижней границы физиологической нормы в течение всего года, а содержание гемоглобина было минимальным весной и в зимний стойловый сезон как в крови нетелей от 96,26±4,1 до 97,86±4,2 г/л, так и в крови коров от 95,66±4,7 до 97,48±4,5 г/л. Осенью количество гемоглобина увеличивалось на 4,14 и 3,94 % соответственно (рис. 1б). Сезонные колебания уровня эозинофилов характеризовались повышенными значениями в течение всего периода исследований. Наибольший уровень эозинофилов в крови нетелей (13,2±1,9 %) и коров (11,6±3,9 %) отмечен осенью после летнего выгульного периода.

При исследовании клеточного и гуморального звена иммунитета отмечены колебания иммунологических значений в разные сезоны года, как в сторону увеличения (осенью), так и в сторону снижения

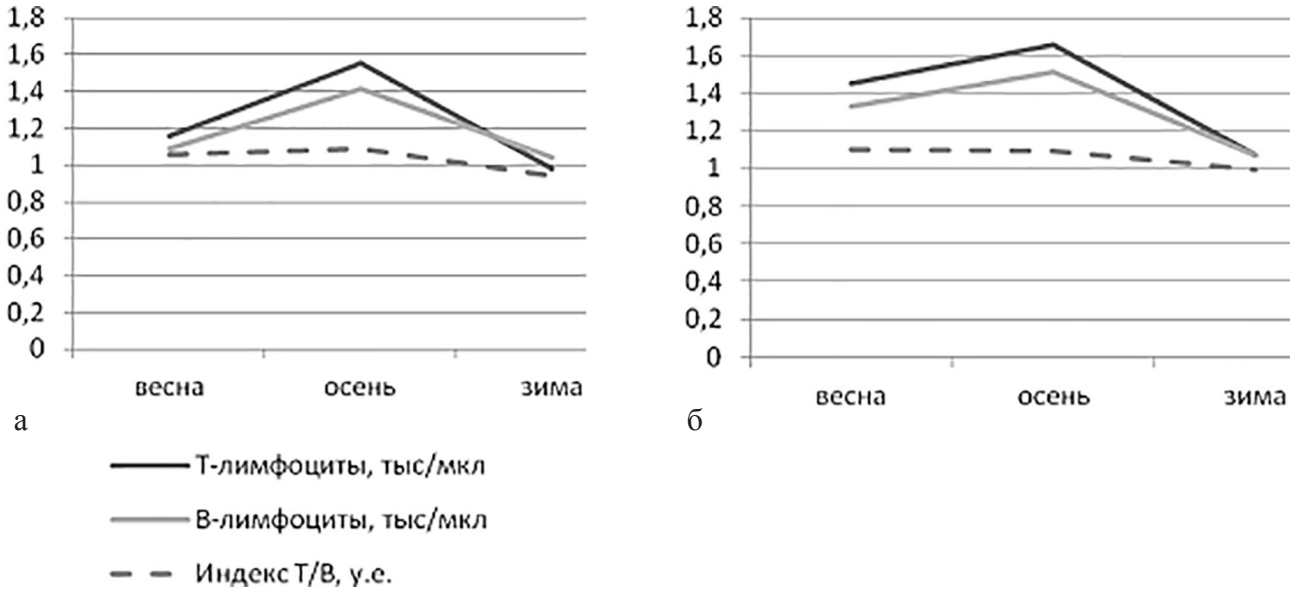


Рис. 2. Сезонная динамика количества Т- и В-лимфоцитов и индекса Т/В-лимфоцитов у нетелей (а) и коров (б)

(зимой) (табл. 2, рис. 1а, б). Наиболее низкие значения иммунного статуса установлены в зимний стойловый период при повышенной ИАИ в пределах 3,2±1,6 и 4,0±1,6 анаплазмы в 100 п./з. микроскопа. В данный сезон года содержание Е-РОК и относительное количество Т-лимфоцитов в крови нетелей и коров составило 28,8±3,56 и 30,8±2,59 % и 0,98±0,21 и 1,07±0,12 тыс./мкл, а соотношение Т- и В- клеток – 0,94±0,09 и 0,99±0,10 у.е. Содержание Т-клеток было достоверно ниже осенних (P<0,05) на 11 и 9,4 % соответственно. Динамика ЕАС-РОК клеток также характеризовалась достоверным снижением содержания В-лимфоцитов зимой на 5,8 и 6,0 % в крови нетелей и коров. Относительное количество В-клеток в крови коров достоверно снижалось (P<0,001) на 29,1 % по сравнению с осенними значениями. Следует отметить, что наибольшие изменения в сторону снижения Т-клеточного звена иммунитета отмечены в крови нетелей.

Выводы

В заключение следует отметить, что колебания в периферической крови нетелей и коров гематологических и иммунологических показателей зависят от сезона года и уровня паразитемии. Максимальное количественное значение гемоглобина, иммунокомпетентных клеток (Т- и В-лимфоцитов, индекса Т/В-лимфоцитов) установлено осенью после летнего выгульного периода при снижении ИАИ на 18,4 и 26,1 % в крови нетелей и коров. В зимний стойловый период при повышенном уровне паразитемии отмечено самое низкое содержание Т-иммунокомпетентных клеток в крови нетелей и коров.

Список литературы

1. Георгиу Х. Анаплазменные положительные и отрицательные сыворотки / Х. Георгиу // Российский ветеринарный журнал. М., 2015. №4. С. 32.

2. Георгиу Х. Видовая идентификация кровепаразитов крупного рогатого скота в Кировской области / Х. Георгиу, О. О. Скорнякова. // Российский ветеринарный журнал. М., 2016. №1. С. 12–13.

3. Скорнякова О. О. Сравнительный анализ методов лечения коров при спонтанном анаплазмозе / О. О. Скорнякова. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2020. Вып. 2 (46). С. 35.

4. Скорнякова О. О. Сезонная динамика зараженности нетелей и коров при спонтанном анаплазмозе в Кировской области / О. О. Скорнякова. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2020. Т. 243 (III). С. 245, 249.

5. Скорнякова О. О. Мониторинг протозойных кровепаразитарных болезней крупного рогатого скота в Кировской области (2005–2020) / О. О. Скорнякова. // Современные научно-практические достижения в ветеринарии. 2021. Вып. 12. С. 135–136.

6. Скорнякова О. О. Сравнительный анализ методов диагностики анаплазмоза и бабезиоза крупного рогатого скота в Кировской области / О. О. Скорнякова. // Современные научно-практические достижения в ветеринарии. 2021. Вып. 12. С. 138–140.

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-21-23
УДК 619:616.995.132.6
Ключевые слова: Амурская область, трихинеллез, дикие животные, мышечная ткань
Key words: Amur Region, trichinosis, wild animals, muscle tissue

Трухина Т. И., Бондаренко Г. А., Соловьева И. А.

ТРИХИНЕЛЛЕЗНАЯ СИТУАЦИЯ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ
TRICHINOSIS SITUATION IN THE AMUR REGION

ФГБНУ Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт.
Адрес: 675005, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Северная, д. 112.
Federal State Budgetary
Scientific Institution Far East Zonal Research Veterinary Institute.
675005, Russia, Amur Region, Blagoveshchensk, Severnaya str., 112.

Трухина Тамара Ивановна, к. с.-х. н., старший научный сотрудник. E-mail: toma.trukhina@mail.ru
Trukhina Tamara Ivanovna, PhD of Agricultural Sciences, Senior Researcher. E-mail: toma.trukhina@mail.ru
Бондаренко Галина Анатольевна, научный сотрудник. E-mail: galy78@yandex.ru
Bondarenko Galina Anatolievna, Researcher. E-mail: galy78@yandex.ru
Соловьева Ирина Александровна, к. б. н., ведущий научный сотрудник. E-mail: sia_storm@ mail.ru
Solovyova Irina Alexandrovna PhD of Biology, Leading Researcher. E-mail: sia_storm@ mail.ru

Аннотация. Изучена эпизоотическая ситуация по трихинеллезу диких животных на территории Амурской области. Обработку биоматериала спонтанно инвазированных диких животных проводили методом компрессорной трихинеллоскопии и переваривания в искусственном желудочном соке (ИЖС). Трихинеллез, вызванный возбудителем *Trichinella spp*., выявлен у шести исследованных видов животных – лисицы обыкновенной, барсука, дикого кабана, волка, рыси и енотовидной собаки. Общая экстенсивность инвазии у диких животных составила 25 %.

Summary. *The epizootic situation of trichinosis in wild animals on the territory of the Amur region was studied. Processing of the biomaterial of spontaneously invaded predatory mammals was carried out by the method of compressor trichinoscopy and digestion in artificial gastric juice (AGF). Trichinosis caused by the pathogen Trichinella spp. found in six studied animal species – fox, badger, wild boar, wolf, lynx and raccoon dog. The total prevalence of invasion in wild animals was 25 %.*

Введение

В последние годы в Российской Федерации отмечено повышение уровня заболеваемости населения и животных трихинеллезом. Амурская область не является тому исключением – на ее территории ежегодно регистрируют случаи заболевания среди населения [10]. Трихинеллез – одна из наиболее опасных и распространенных болезней в мире, поражающая человека и животных, протекающая в острой или хронической форме, вызываемая круглыми червями – нематодами из рода *Trichinella* [12]. Зарегистрировано свыше 100 видов наземных и морских млекопитающих, выполняющих роль хозяина различных видов трихинелл. Трихинеллез оценивается как природно-очаговая инвазия, что связано с употреблением населением мяса и мясопродуктов диких животных, добытых на охоте (бурых и белых медведей, кабанов), и экзотических блюд из мяса барсуков, собак, нутрий и др. [4].

Барсук имеет ценный жир, который пользуется большим спросом, используется в пищу людям, а также для скармливания собакам. В Башкортостане, Татарстане и Воронежской области отмечен высокий уровень зараженности трихинеллами барсуков, которые являлись источником заражения людей трихинеллезом [8].

По данным А. М. Третьякова и др., установлено широкое трихинеллоносительство у лисицы (35 %) [13].

По данным О. Н. Андреянова, источником заражения, как правило, становятся дикие животные: мелкие грызуны, пушные звери, хищники. Но трихинеллезом могут

болеть и сельскохозяйственные (свиньи), домашние (собаки, кошки) животные, заражаясь при поедании сырых отбросов и остатков пищи, а также от крыс, зараженных трихинеллезом [1].

Существующие меры борьбы не дают желаемых результатов. Основным противотрихинеллезным мероприятием является выявление и уничтожение возбудителя заболевания в мясе, предназначенном в пищу людям и на корм животным. Согласно инструкции, охотники должны тушки убитых зверей обезвреживать. Однако их, как показывают наблюдения, используют для приманки или выбрасывают. Человек заражается при поедании мяса диких животных (кабан, барсук и др.) и кормлении им домашних собак [2, 5]. На территории Амурской области ежегодно регистрируются зараженные трихинеллезом дикие животные [12].

Цель: выяснить трихинеллезную ситуацию в Амурской области.

Материалы и методы

Работа выполнена на базе отдела паразитологии и зооэкологии ФГБНУ ДальЗНИВИ. На трихинеллез были исследованы: лисица обыкновенная, барсук, дикий кабан, волк, рысь и енотовидная собака. Образцы мышечной ткани для исследования были предоставлены охотниками. Выявление личинок трихинелл проводили методами компрессорной трихинеллоскопии и переваривания мышечной ткани в искусственном желудочном соке согласно МУК 4.2.2747-10 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы мяса и мясной продукции [9].

Обработку биоматериала спонтанно инвазированых диких животных проводили тем же методом. Обязательно исследовали жевательные, подъязычные мышцы, язык, ножки диафрагмы, длиннейшую мышцу спины, межреберные, икроножные и др., использовали микроскопический метод. Для расплющивания проб мяса, с целью обнаружения личинок трихинелл при последующей микроскопии использовали компрессорий МИС-7. Исследование проводили с помощью микроскопа XZS-107 Armed при увеличении: объектив 8:10, окуляр 7:10, уточнение морфологического строения при 40. При просмотре срезов обнаружены капсулы с личинками.

Метод переваривания в ИЖС основан на переваривании образцов мышечной ткани, взятых от партии животных, искусственным желудочным соком и обнаружении в осадке (переваренной массе) личинок трихинелл.

Для исследования в ИЖС отбирали пробы из ножек диафрагмы (на границе перехода в сухожилие), при их отсутствии – части межреберных, шейных, жевательных, поясничных, икроножных, сгибателей и разгибателей пясти, а также языка, пищевода и гортани; языка или массетера, ножки диафрагмы (относятся к наиболее поражаемым). Измельченную ножницами до консистенции фарша (5 гр) ткань переносили в коническую колбу соответствующей вместимости. Навеска фермента для приготовления ИЖС составляла 3,75 гр. свиного пепсина, 1,25 мл концентрированной соляной кислоты на объем 125 мл дистиллированной воды (на одну пробу). Колбу помещали в термостат при температуре 41–42 ºС и выдерживали 4–5 часов, периодически перемешивая через каждые 30 минут. После окончания переваривания в осадке остаются хлопья коричневого или темно-коричневого цвета. По методу Бермана переваренный раствор сливали в воронки.

Результаты исследований и обсуждение

В ходе проведения исследований на выявление трихинеллеза у диких животных было исследовано 80 особей разных видов животных, добытых охотниками на территории Амурской области. Из них 57 лисиц обыкновенных, 12 барсуков, 5 диких кабанов, 3 волка, 2 рыси и 1 енотовидная собака. Возбудитель трихинеллеза *Trichinella spp.* выявлен у 6 видов животных: у лисиц обыкновенных, барсука, дикого кабана, волка, рыси и енотовидной собаки. Экстенсивность инвазии у лисиц обыкновенных

составила (ЭИ = 24,6 %), у барсуков (ЭИ = 25,0 %), дикого кабана (ЭИ = 20,0 %), волка (ЭИ = 33,3 %), рыси (ЭИ = 50 %) и одна енотовидная собака с положительным результатом (ЭИ = 100 %). Общая ЭИ у диких животных составила 25 %.

По данным исследователей (Бритов В. А., 1973, Василинин М. Г., 1987, Городович Н. М., 1988, Соловьева И. А. с соавт., 2016) [3, 5, 7, 11] до 1999 года наибольшая инвазия трихинеллеза в Амурской области была зарегистрирована у енотовидных собак (ЭИ = 45,3 %), лисиц обыкновенных (ЭИ = 35,4 %) и бурых медведей (ЭИ = 30,3 %). Данные наших исследований подтверждают циркуляцию трихинеллеза у данных видов животных с изменениями в количественных соотношениях по ЭИ и изменениями в видах животных. В отличие от предыдущих исследований выявлены зараженные трихинеллезом дикие животные с ЭИ от 20 до 50 %, такие как рысь, волк и дикий кабан. Полученные данные подтверждают утверждения о постоянно циркулирующей трихинеллезной инвазии в природе.

Заключение

Анализируя результаты исследований, можно сделать следующее заключение, что на территории Амурской области трихинеллы циркулируют среди 6 видов диких животных: лисица обыкновенная, барсук, дикий кабан, волк, рысь и енотовидная собака. При этом основным резервуаром возбудителя трихинеллеза является популяция лисиц обыкновенных, в связи с чем этот вид животных можно использовать как индикатор при проведении плановых мониторинговых исследований, а также учитывать при разработке мероприятий, направленных на профилактику и ликвидацию трихинеллеза.

Список литературы

1. Андреянов О. Н. К лабораторной диагностике трихинеллеза промысловых животных / О. Н. Андреянов // Самарский науч. вестник. Самара, 2017. Т. 6. № 2(19). С. 10–14.

2. Бритов В. А. Таксономический ранг трихинелл штаммов и характер их циркуляции / В. А. Бритов, С. Н. Боев // Вестн. АН Каз. ССР. 1972. № 4. С. 27–32.

3. Бритов В. А. Трихинеллезная ситуация на Дальнем Востоке / В. А. Бритов // Ветеринарная нозогеография: матер. второй конф. по проблемам медиц. географии юга Дальнего Востока. Владивосток, 1973. С. 134–136.

4. Бибик О. И. Клинический случай тяжелого течения трихинеллеза / О. И. Бибик, А. В. Краснова, А. С. Матюшечкин // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. М., 2015. № 16 С. 43–45.

5. Василинин М. Г. Распространение трихинеллеза в регионе Дальнего Востока / М. Г. Василинин // Мероприятия по борьбе с трихинеллезом на Дальнем Востоке: метод. рекоменд. Новосибирск: Сиб. отд-е ВАСХНИЛ. 1987. С. 6–11.

6. Гаркави Б. Л. Трихинелла от енота-полоскуна / Б. Л. Гаркави // Материалы докл. Всесоюзн. конф. по проблеме трихинеллеза человека и животных. Вильнюс, 1972. С. 53–55.

7. Городович Н. М. Источники трихинеллеза на Дальнем Востоке / Н. М. Городович, С. А. Лештаев, В. Н. Татарченко // Материалы пятой Всесоюзной конф. по проблеме трихинеллеза человека и животных (14–16 сентября 1988 г., Новочеркасск). М., 1988. С. 63.

8. Масленникова О. В. Аляриоз и трихинеллез барсуков в Вятско-Камском междуречье / Масленникова О. В., Черезов Е. И., Караваев Л. Л. // Молодой ученый. Казань, 2017. № 4(138). С. 222–225.

9. МУК 4.2.2747-10. Методы санитарно-паразитологической экспертизы мяса и мясной продукции: метод. Указания. http://does.cntd.ru/document/1200084304 (дата обращения: 04.02.2022).

10. Соловьева И. А. Источники заражения людей трихинеллезом на территории Амурской области / И. А. Соловьева, Г. А. Бондаренко, Т. И. Трухина, Д. А. Иванов, Л. С. Макеева, О. К. Лялина // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями: матер. докл. науч. конф. ВИГИС. М., 2016. Вып. 17. С. 450–451.

11. Соловьева И. А. Особенности формирования природных очагов трихинеллеза на территории Дальнего Востока / И. А. Соловьева, Г. А. Бондаренко, Т. И. Трухина, Д. А. Иванов // Дальневосточный аграрный вестник. Благовещенск, 2016. № 4(40). С. 126–130.

12. Соловьева И. А. Зараженность трихинеллезом диких животных на территории Амурской области / И. А. Соловьева, Г. А. Бондаренко, Т. И. Трухина, Д. А. Иванов // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. Владивосток, 2017. № 3. С. 68–70.

13. Третьяков А. М. Профилактические и ветеринарно-организационные мероприятия по предупреждению инфекционных и инвазионных болезней охотничье-промысловых животных в охотничьих угодьях республики Бурятия / Третьяков А. М., Бурдуковский С. С., Третьякова Н. Ю. // Вестник БГСХА им. В. Р. Филиппова. Улан-Удэ, 2020. С. 280–286.

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-24-28
УДК 616.995.4/.7:636.2(470.23)
Ключевые слова: арахноэнтомозы, крупный рогатый скот, распространение, Ленинградская область
Key words: arachnoentomoses, cattle, worldwide distribution, Leningrad Region

Шафиев А.П., Токарев А.Н.

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АРАХНОЭНТОМОЗОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ХОЗЯЙСТВАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

STUDY OF THE SPREAD OF ARACHNOENTOMOSES OF CATTLE IN THE FARMS OF THE LENINGRAD REGION

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».
Адрес: 196084, Санкт-Петербург, Черниговская ул., д. 5.
Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine.
Address: 196084, St. Petersburg, Chernigovskaya str., 5.

Шафиев Алексей Павлович, кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры патологической физиологии.
E-mail: a.shafiev@spbguvm.ru
Shafiev Aleksei Pavlovich, PhD of Veterinary Sciences, Assistant of the Department of Pathological Physiology.
E-mail: a.shafiev@spbguvm.ru
Токарев Антон Николаевич, доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы. E-mail: tokarev.an@yahoo.com
Tokarev Anton Nikolaevich, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise. E-mail: tokarev.an@yahoo.com

Аннотация. Целью нашего исследования было изучить распространение арахноэнтомозов крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах Гатчинского и Волосовского районов Ленинградской области. Изучение эпизоотологических данных по арахноэнтомозам крупного рогатого скота проводили в период с апреля 2021 по март 2022 года с помощью клинического осмотра, лабораторных исследований, а также при анализе ветеринарной отчетности в животноводческих хозяйствах. Нами было обследовано 485 голов крупного рогатого скота в возрасте от 3 месяцев до 9 лет. В результате исследований было установлено, что в обследованных животноводческих предприятиях широко распространен хориоптоз крупного рогатого скота, который регистрируется в данных хозяйствах круглогодично. Также установлено, что хориоптозом в основном болеют взрослые дойные коровы старше 3 лет, редко наблюдали проявление хориоптозной инвазии у телок и нетелей. Клинически болезнь проявлялась поражением кожи в области корня хвоста с образованием струпа серого и серо-белого цвета.

Summary. *The purpose of our study was to study the spread of arachnoentomosis of cattle in livestock farms of Gatchinsky and Volosovsky districts of the Leningrad Region. The study of epizootological data on arachnoentomoses of cattle was carried out in the period from April 2021 to March 2022 inclusive with the help of clinical examination, laboratory studies, as well as the analysis of veterinary reports in livestock farms. We examined 485 cattle aged from 3 months to 9 years. As a result of our research, we found that chorioptosis of cattle is widespread in the surveyed livestock enterprises, which are registered in these farms all year round. We also found that chorioptosis mainly affects adult dairy cows older than 3 years, rarely observed the manifestation of chorioptosis invasion in heifers and non-calved cows. Clinically, the disease was manifested by a lesion of the skin in the area of the root of the tail with the formation of a scab of gray and gray-white color.*

Введение

Широко распространенными арахноэнтомозами крупного рогатого скота являются хориоптоз, бовиколез и сифункулятозы (линогнатоз и гематопиноз). Актуальность данной темы не перестает быть актуальной, так как данные болезни сопровождаются не только снижением продуктивности в животноводческой отрасли, но снижением резистентности животных, что приводит к возникновению и распространению инфекционных болезней [1, 5].

Хориоптоз крупного рогатого скота – остро или хронически протекающая болезнь, которая вызывается клещами-кожеедами рода *Chorioptes* семейства *Psoroptidae.* Возбудителем болезни крупного рогатого скота является *C. bovis*. Болезнь характеризуется воспалением кожи, незначительным зудом и экземой в местах поражения, а так-

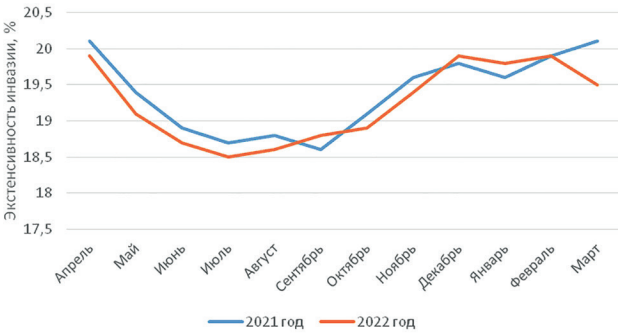


Рис. 1. Сезонная динамика хориоптоза крупного рогатого скота в животноводческом хозяйстве Волосовского района Ленинградской области в 2021-2022 годах.

Рис. 2. Сезонная динамика хориоптоза крупного рогатого скота в животноводческом хозяйстве Гатчинского района Ленинградской области в 2021-2022 годах.

же выпадением волос и истощением животных [3, 4].

Сифункулятозы – группа болезней, которые вызываются вшами отряда *Siphunculata*. К сифункулятозам крупного рогатого скота относятся линогнатоз, возбудителем которого является *Linognathus viliti*, а также гематопиноз, возбудителем которого является *Haematopinus eurysternus*. Эти болезни проявляются большим беспокойством, обусловленным сильным зудом. При массовом паразитировании вши могут быть причиной дерматитов и выпадения волоса [7, 8].

Бовиколез крупного рогатого скота – инвазионная болезнь, которая вызывается власоедами *Bovicola bovis* и проявляется зудом и расчесами [2].

Материалы и методы

Работа выполнялась в животноводческих хозяйствах Волосовского и Гатчинского районов Ленинградской области. Все хозяйства частные, имеют разный состав и численность поголовья животных.

Материалом для исследований послужили зараженный хориоптосами крупный рогатый скот, а также соскобы для кожи для микроскопии.

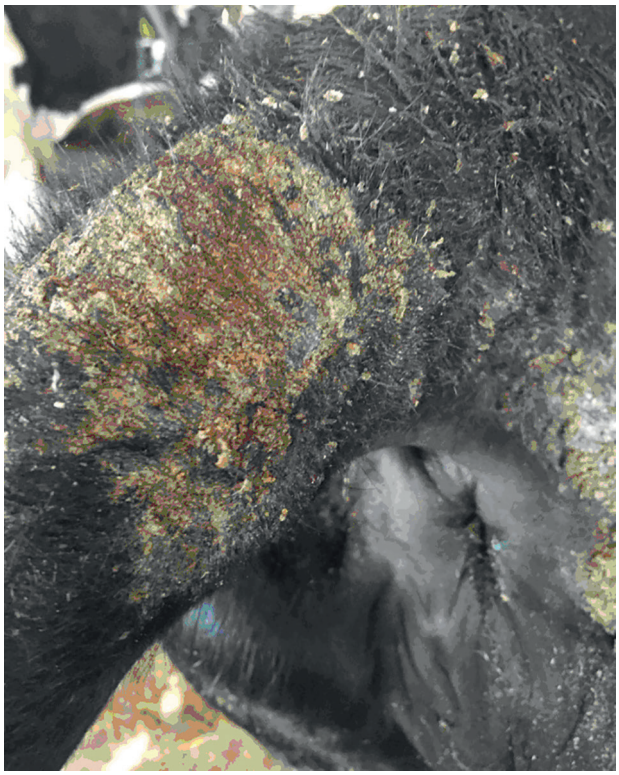
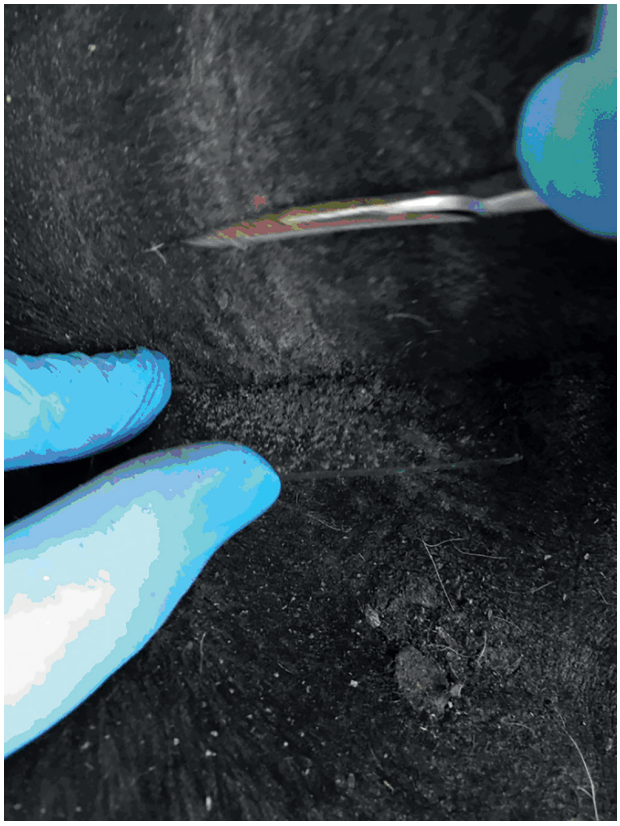


Рис. 3–4. Поражения кожи в области корня хвоста при хориоптозе с образованием струпьев (оригинал).

Рис. 5–6. Поражения кожи в области корня хвоста при хориоптозе с образованием струпьев.



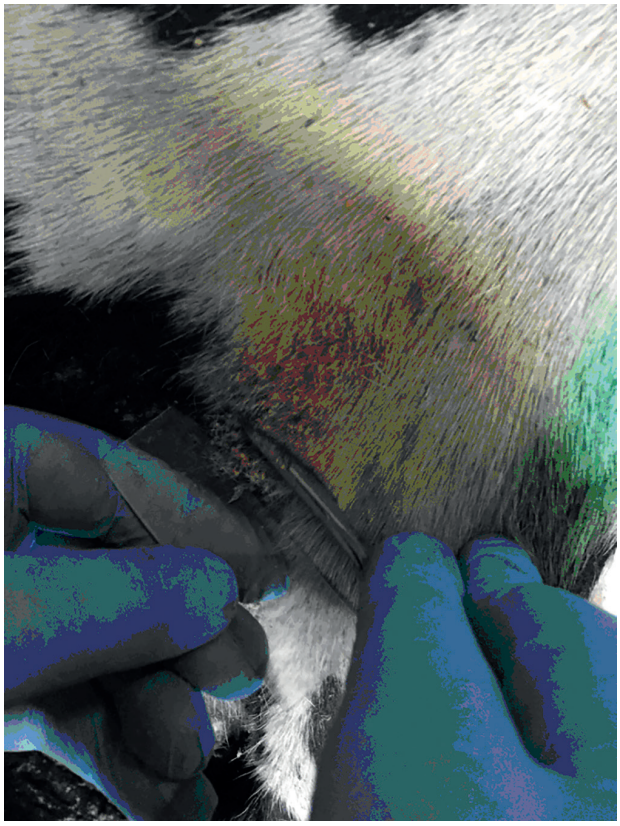


Рис. 7–8. Отбор проб патологического материала для лабораторных исследований.

Изучение эпизоотологических данных по арахноэнтомозам крупного рогатого скота в животноводческих предприятиях проводили в период с апреля 2021 по март 2022 года с помощью клинического осмотра, лабораторных исследований, а также при анализе ветеринарной отчетности в животноводческих хозяйствах. Нами было обследовано 485 голов крупного рогатого скота в возрасте от 3 месяцев до 9 лет, из них 20 телят в возрасте от 6 месяцев до 2 лет, 73 нетелей от 2 до 3,5 лет и 392 дойных коров от 3 до 9 лет. Диагноз подтверждали путем микроскопии соскобов кожи в области очагов поражения на границе со здоровой кожей, а также в центре пораженного участка после удаления корки. Материал для просветления фиксировали 50 % глицерином. Каждую пробу наносили на предметное стекло, накрывали покровным стеклом и просматривали под световым микроскопом на увеличении 400х-1000х (рисунки 7–8).

Результаты исследований

В процессе эпизоотологического обследования и анализа ветеринарной отчетности, а также регулярного клинического осмотра и лабораторных исследований нами было установлено, что в обследованных животноводческих хозяйствах из арахноэнтомозов регистрируется хориоптоз. Причем данная инвазия регистрируется круглогодично. Экстенсивность инвазии (ЭИ) в хозяйстве Волосовского района не превышала 20,1 % и 19,9 % в 2021 и 2022 годах (рисунок 1), в хозяйстве Гатчинского района – 18,1 % и 17,1 % соответственно в 2021 и 2022 годах (рисунок 2). Также установлено, что хориоптозом в обоих обследованных животноводческих хозяйствах в основном болеют взрослые дойные коровы старше 3 лет, редко наблюдали проявление хориоптозной инвазии у телок и нетелей.

Клинически болезнь у животных проявлялась идентично в обоих обследованных хозяйствах поражением кожи в области корня хвоста с образованием струпа серого и серо-белого цвета (рисунки 3–6).

В хозяйстве Гатчинского района была установлена сезонность обострения патологического процесса, а именно повышение ЭИ поздней осенью и начале зимы (ноябрь-декабрь) и в период ранней весны, а именно март-апрель.

Полученные данные по эпизоотологическим данным и клиническому проявлению хориоптоза в принципе согласуются с литературными данными [3, 8]. Однако эпизоотологические данные по хориоптозу в животноводческом хозяйстве Волосовского района имеют свои особенности. В частности, в хозяйстве Волосовского района заметной сезонности обострения патологического процесса нами не было выявлено, хотя незначительное снижение заболеваемости наблюдалось в летнее время, т. е. ЭИ на протяжении обследуемых лет была практически на достаточно высоком уровне с незначительными колебаниями в меньшую сторону в летнее время (рисунки 1, 2).

При микроскопии изготовленных препаратов (ув. 4х10) было обнаружено в поле зрения микроскопа от 1 до 3 особей *C. bovis*.

Обсуждение результатов

В процессе эпизоотологического обследования и анализа ветеринарной отчетности, а также регулярного клинического осмотра и лабораторных исследований нами было установлено, что в животноводческих хозяйствах Волосовского и Гатчинского районов из арахноэнтомозов круглогодично регистрируется хориоптоз. ЭИ в хозяйстве Волосовского района 2021 году не превышала 19,9 %, в 2021 году – 20,1 %. Сезонность нами выявлена не была, т. е. ЭИ на протяжении обследуемых лет была практически на одном уровне с незначительными колебаниями в меньшую сторону в летнее время. Экстенсивность инвазии (ЭИ) в хозяйстве Гатчинского района составляла в 2021 году – 18,1 %, в 2022 году – 17,1 %. Нами при этом установлена сезонность обострения патологического процесса, а именно повышение ЭИ поздней осенью и начале зимы (ноябрь-декабрь) и в период ранней весны, а именно март-апрель. Также нами установлено, что хориоптозом в основном болеют взрослые дойные коровы старше

3 лет, редко наблюдали проявление хориоптозной инвазии у телок и нетелей. Клинически болезнь проявлялась поражением кожи в области корня хвоста с образованием струпа серого и серо-белого цвета.

Заключение

На основании проведенных исследований и полученных результатов можно сделать следующие выводы, что среди арахноэнтомозов крупного рогатого скота в обследованных животноводческих предприятиях Волосовского и Гатчинского районов Ленинградской области широко распространен хориоптоз, что указывает на актуальность разработки более совершенных средств для борьбы с данными инвазионными болезнями.

Список литературы

1. Абрамов А. В. Анализ причин высокой заболеваемости хориоптозом крупного рогатого скота в ООО «Агрофирма Черданская» / А. В. Абрамов // Молодежь и наука. 2017. № 6. С. 11.

2. Акбаев Р. М. Бовиколез крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах Московской области / Р. М. Акбаев, Н. В. Пуговкина // Российский ветеринарный журнал. 2017. № 1. С. 10–13.

3. Гаврилова Н. А. Возрастная динамика и клиническая картина при хориоптозе крупного рогатого скота в хозяйствах Ленинградской области / Н. А. Гаврилова // Ученые записки Витебской государственной академии ветеринарной медицины. 1998. Т. 34. С. 113–114.

4. Пузанова Е. В. Сравнительная характеристика морфологических особенностей клещей рода Chorioptes / Е. В. Пузанова // Ветеринарная патология. 2011. № 4. С. 137–138.

5. Столбова О. А. Насекомые и клещи – паразиты крупного рогатого скота в северном Зауралье / О. А. Столбова, Л. А. Глазунова, А. А. Никонов [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 11. С. 2650–2655.

6. Токарев А. Н. Инвазионные болезни крупного рогатого скота в Северо-Западном регионе России и меры борьбы с ними: автореф. дис. ... д-ра вет. наук: 03.02.11, 06.02.03 / А. Н. Токарев; Санкт-Петербург. гос. акад. ветеринар. медицины. Санкт-Петербург, 2016. 43 с.

7. Утяганова А. М. Патогенетическая терапия при линогнатозе телят / А. М. Утяганова // Российский электронный научный журнал. 2015. № 1(15). С. 132–139.

8. Ширяева В. А. Хориоптоз крупного рогатого скота / В. А. Ширяева, Л. М. Белова, Н. А. Гаврилова [и др.] // Современные проблемы общей и частной паразитологии: Материалы II Международного паразитологического форума, Санкт-Петербург, 06–08 декабря 2017 года. СПб.: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2017. С. 295–297.

9. Ятусевич А. И. Терапия и профилактика чесоточных болезней животных, защита их от эктопаразитов: методические рекомендации / А. И. Ятусевич, И. А. Ятусевич, С. И. Стасюкевич [и др.]; Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. Витебск: ВГАВМ, 2016. 40 с.

10. Gharbi M. Infestation rate of lice on donkeys in Northeast Tunisia / M. Gharbi, S. Hamzaoui, A. Hafsi [et al.] // Veterinary Parasitology. Regional Studies And Reports. 2020. Vol. 19, № 1, article 100368.

11. Heath A. C. G. Climate change and its potential for altering the phenology and ecology of some common and widespread arthropod parasites in New Zealand / A. C. G. Heath // New Zealand Veterinary Journal. 2021. Vol. 69, iss. 1, № 1. P. 5–19.

12. Hernandez-Velasco A. First record of natural infection withAnaplasma marginalein sucking lice infesting the water buffalo (Bubalus bubalis) in Mexico / A. Hernandez-Velasco, S. Sanchez-Montes, D. Romero-Salas [et al.] // Parasitology Research. 2020. Vol. 119, iss. 11, № 11. P. 3853–3856.

13. Promrangsee, C. The Prevalence of Bartonella Bacteria in Cattle Lice Collected from Three Provinces of Thailand / C. Promrangsee; P. Khositharattanakool; P. Somwang [et al.] // Insects. 2019. Vol. 10, iss. 6, № 6. P. 1–11 (pag. var.).

14. Ybanez A. P. First molecular detection of Mycoplasma wenyonii and the ectoparasite biodiversity in dairy water buffalo and cattle in Bohol, Philippines / A. P. Ybanez, R. H. D. Ybanez, R. K. M. Armonia [et al.] // Parasitology International. 2019. Vol. 70, № 6. P. 77–81.

Подписной индекс журнала
«Актуальные вопросы ветеринарной биологии»:
Агентство «Роспечать» – **33184**

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-29-37
УДК 619:578.835.2:615.371.004.12:616-076
Ключевые слова: титр вируса ящура, вакцина, изотермическая амплификация, NASBA
Keywords: FMD virus titer, vaccine, isothermal amplification, NASBA (Nucleic acid sequence-based amplification)

Доронин М. И.

ОПОСРЕДОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИТРА ВИРУСА ЯЩУРА В СЫРЬЕ ДЛЯ ВАКЦИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АМПЛИФИКАЦИИ ВИРУСНОЙ РНК (NASBA)

INDIRECT DETERMINATION OF THE FMD VIRUS TITER IN RAW MATERIALS FOR THE VACCINE USING THE METHOD OF ISOTHERMAL AMPLIFICATION OF VIRAL RNA (NASBA)

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных».
Адрес: 600901, Россия, г. Владимир, мкр. Юрьевец.
Federal Centre for Animal Health, Federal Governmental Budgetary Institution.
Address: 600901, Russia, Vladimir, Yur'evets.

Доронин М. И., к. б. н., вед. науч. сотрудник. E-mail: doronin@arriah.ru.
Doronin M. I., PhD in Biological Science, Leading Researcher. E-mail: doronin@arriah.ru.

Аннотация. В статье представлен новый подход к опосредованному определению титра вируса ящура в неинактивированном сырье для вакцины при амплификации вирусной РНК (NASBA – Nucleic acid sequence-based amplification). В отличие от существующих методов определения титра вируса ящура разработанный включает: этап выделения РНК вируса ящура с применением 3М гуанидин-HCl и латексных частиц белого цвета диаметром 250–300 нм; амплификацию специфического фрагмента в 5′-нетраслируемой области РНК вируса ящура с применение специфических прямого и обратного праймеров, а также молекулярного бикона, меченого флуорофором малеимид Cyanine 5 и тушителем свечения BHQ3; детекцию РНК-ампликонов с помощью флуоресцентного свечения и отображения накопления сигнала в виде сигмоиды; новый подход к методике расчета титра вируса ящура с применением модели зависимости порогового цикла амплификации РНК для кривой флуоресценции от титра вируса. Между титром аналита и пороговым циклом амплификации РНК установлена зависимость, отраженная в виде показательной функции: $T_{вя} = 10^{(-0,2959 \cdot Ct\ рнк\ +\ 10,5200)}$ с достоверностью аппроксимации 0,9966 и эффективностью амплификации 98,89 %. Разработанная математическая модель дает возможность оценивать значение титра вируса ящура разных типов в неинактивированном сырье для производства вакцины. Основными преимуществами предлагаемого способа являются возможность снизить время проведения анализа сырья для изготовления вакцин до 2–3 ч; исключить вероятность контаминации вирусом; увеличить чистоту РНК вируса ящура; повысить специфичность и чувствительность анализа.

Summary. *The article presents a new approach to the indirect determination of the FMD virus titer in uninactivated raw materials for the vaccine during viral RNA amplification (NASBA – Nucleic acid sequence-based amplification). Unlike the existing methods for determining the titer of the FMD virus, the developed method includes: the stage of isolation of FMD virus RNA using 3M guanidine HCl and white latex particles with a diameter of 250–300 nm; amplification of a specific fragment in the 5′-untranslated region of FMD virus RNA with the use of specific direct and reverse primers, as well as a molecular beacon labeled with maleimide fluorophore Cyanine 5 and BHQ3 glow extinguisher; detection of RNA amplicons using fluorescent glow and display of signal accumulation in the form of a sigmoid; a new approach to the method of calculating the titer of FMD virus using a model of dependence of the threshold cycle of RNA amplification for the fluorescence curve on the titer of the virus. A relationship has been established between the analyte titer and the threshold cycle of RNA amplification, reflected in the form of an exponential function: TFMDV = 10(-0.2959•Ct RNA + 10.5200) with an approximation confidence of 0.9966 and an amplification efficiency of 98.89 %. The developed mathematical model makes it possible to estimate the titer value of FMD virus of different types in non-inactivated raw materials for vaccine production. The main advantages of the proposed method are the ability to reduce the time of analysis of raw materials for the manufacture of vaccines to 2–3 hours; eliminate the possibility of virus contamination; increase the purity of FMD virus RNA; increase the specificity and sensitivity of the analysis.*

Введение

Ящур – высококонтагиозное вирусное заболевание, которое причиняет серьезный экономический ущерб в связи с затратами на ликвидацию болезни и введением строгих ограничений, налагаемых на внутреннюю и международную торговлю продукцией животноводства. Система мер для борьбы с ящуром и его профилактики предусматривает стемпинг-аут, а также массовую иммунизацию восприимчивых животных, а также контроль уровня напряженности поствакцинального иммунитета [6, 14].

В соответствии с Кодексом наземных животных и Руководством МЭБ по диагностическим тестам и вакцинам для борьбы с ящуром и бешенством рекомендуется вакцинопрофилактика [18]. При изготовлении противоящурных вакцин перед заражением чувствительной клеточной линии почки новорожденного сирийского хомячка (BHK-21) неинактивированную вируссодержащую суспензию исследуют на определение титра вируса ящура для оценки его активности в клетках с развитием цитопатического действия (ЦПД). В 1,0 см^3 неинактивированной суспензии вируса определяют количество инфекционных доз, вызывающих 50 %-ное ЦПД, что фактически отражает концентрацию полных вирусных частиц, содержащих РНК [3]. Для определения титра вируса при анализе в монослое перевиваемой клеточной линии почки свиньи IB-RS-2 к недостаткам относятся: продолжительность по времени выдачи результатов анализа (не менее 72 ч); определенная степень субъективности при оценке полученных данных; возможное получение сомнительных результатов из-за неспецифических процессов деградации монослоя культуры клеток [1, 5].

Альтернативный метод определения титра вируса ящура основан на проведении обратной транскрипции и полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ОТ-ПЦР-РВ) с последующим применением разработанной отрицательной регрессионной модели $lgT_{ВЯ} = -0{,}2956C_t + 11{,}465$ [3]. Данный анализ позволяет с высокой точностью определять титр, однако также имеет некоторые ограничения в применении, а именно: 1) необходимость проведения этапов обратной транскрипции с последующей постановкой ПЦР-РВ, что увеличивает количество операций; 2) требует контролировать процесс эффективности этапов реакции; 3) предполагает не менее 4–5 ч для постановки анализа.

Контроль производства вакцин – технологический процесс, в котором важно снижать время проведения анализа и достоверно исследовать большое количество проб, полученных на различных этапах изготовления вакцинных препаратов. Усовершенствование контроля качества сырья с помощью экспресс-методов, позволяющих получать результаты с высокими показателями чувствительности и специфичности анализа, является актуальным.

К числу молекулярно-биологических методов с возможностями количественного анализа относят метод Nucleic Acid Sequence-Based Amplification (NASBA), который находит применение как в медицинской, так и ветеринарной практике [7, 8, 15]. Данный метод является высокочувствительным, специфичным и позволяет проводить анализ в течение 2 ч, не предполагает постановки ОТ-ПЦР-РВ для комплементарной ДНК и контроля эффективности этапов ОТ и ПЦР-РВ, не предполагает контаминации исследуемых образцов, поскольку во время анализа пробирки закрыты [16, 18].

В настоящее время тест-системы NASBA применяются для определения концентрации вирионов вируса гепатита, цитомегаловирусной инфекции, вирусов сем. *Coronaviridae* [22, 27, 28]. Сведения о разработке количественной NASBA для определения титра инфекционной активности вируса ящура в сырье для изготовления вакцин в литературе отсутствуют.

Цель исследований заключалась в разработке и тестировании экспресс-метода опосредованного определения титра вируса ящура в сырье для вакцины с применением изотермической амплификации вирусной нуклеиновой кислоты (NASBA).

Материалы и методы

Вирус. В работе использовали производственные штаммы А/Турция/2006,

А/Забайкальский/2013, A_{22} Ирак/64, А/Малайзия/97, А/ВНИИЗЖ/2015, А/Египет/2012, О/Тайвань/97, О/Приморский/2000, О/Чечено-Ингушский/66, O/KOR/JCO2DI/2014, О/Приморский/2012, О/Приморский/2014, Азия-1/Таджикистан/2011, САТ-1/Ахалкалакский/62, САТ-3/Бечуаналенд/65, САТ-2/LIB/12 культурального вируса ящура, которые депонированы в государственной коллекции штаммов микроорганизмов ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»).

Определение титра инфекционной активности вируса с помощью культуры клеток. Титрование вируса ящура проводили в монослойной перевиваемой культуре клеток почки свиньи IB-RS-2 по общепринятой методике [1].

Выделение РНК. К 100 мкл исследуемой суспензии добавляли 400 мкл 3М гуанидин-HCl, перемешивали на вортексе в течение 5 мин. К полученному лизату добавляли 25 мкл латексной суспензии белого цвета с диаметром частиц 250–300 мкл (взамен частиц кремнезема по методике Boom R. [9]) и инкубировали в процессе перемешивания на вортексе в течение 5 мин. Суспензию центрифугировали при 2000 об/мин, проводили промывание латексных частиц от ингибиторов реакции амплификации РНК с помощью 2М раствора перхлората лития, добавляя его к осадку в объеме 400 мкл. Смесь центрифугировали при 2000 об/мин, удаляли надосадочную жидкость. Проводили промывание латексных частиц с применением 70 %-ного раствора этилового спирта в объеме по 500 мкл. Осуществляли центрифугирование содержимого пробирки при тех же условиях. Операцию с этиловым спиртом повторяли дважды. Полученный осадок латексных частиц с адсорбированными молекулами вирусной РНК высушивали от остатков спирта при температуре 60±2 ºС в течение 8–10 мин. К осадку добавляли 50 мкл буфера ТЕ (10 мМ трис(оксиметил)аминометан, 1 мМ этилендиамин-тетраацетат, pH 7,0–7,3), свободного от РНКаз и ионов Mg^{2+}, прогревали содержимое пробирки при температуре 60±2 °С в течение 3–5 минут для элюирования РНК. Содержимое пробирки осаждали при 14 000 об/мин в течение 1 мин и отбирали элюат РНК. Полученный экстракт РНК сразу использовали в дальнейшей работе.

Оценка степени чистоты элюата РНК. Для оценки степени чистоты элюата РНК проводили измерения спектральной поглощающей способности образцов при длинах волны в диапазоне 205–325 нм. Интерпретация возможных результатов описана ранее [4].

Расчет температуры плавления (T_m). Термодинамические расчеты с учетом базовой энергии, расчеты температуры плавления, основанные на термодинамической зависимости между энтропией, энтальпией, свободной энергией и температурой проводили в соответствии с общепринятой методикой [20, 21]. Температуры плавления олигонуклеотидов определяли с применением программ биоинформатики, в частности, ресурса Primer3plus.

Компоненты реакции изотермической транскрипционной амплификации РНК вируса ящура. В качестве гомологичных 5'-NTR-участку РНК вируса ящура олигонуклеотидов использовали разработанные праймеры и бикон с концентрациями по 15 пМ на реакцию. Содержание дезоксирибонуклеозидтрифосфатов и рибонуклеозидтрифосфатов составляло по 2 мМ. В качестве основы использовали стандартный буферный раствор (10х), включающий в свой состав ионы калия (K^+) ($5 \cdot 10^{-2}$ М) и диметилсульфооксид (DMSO) (1 %). DMSO включали в реакционную смесь, чтобы свести к минимуму неспецифическое связывание олигонуклеотидов. Концентрация хлорида магния составляла 12 мМ. В качестве катализаторов реакции применяли следующие ферменты: AMV-обратную транскриптазу (10 ед.), РНКазу Н E. coli (10 ед.) и Т7 ДНК-зависимую РНК-полимеразу (10 ед.). Данные ферменты добавляли в реакционную смесь после прогревания до 65±0,1 ºС и приведения температуры к 41±0,1 ºС, поскольку эти компоненты реакции термолабильны.

Постановка реакции изотермической амплификации РНК вируса ящура. Постановку реакции осуществляли в термоциклере с наличием флуориметра любой марки. Стадию

плавления проводили при температуре 65 °С в течение 3 мин за 1 цикл, реакцию транскрипционной амплификации в режиме реального времени – в течение 35 циклов при температуре 41±0,1 ºС в течение 105 минут. Каждый условный цикл длился 3 минуты и состоял из 6 подэтапов: отжиг прямого праймера на вирусной РНК, элонгация комплементарной ДНК (кДНК), разрушение гибрида РНК/кДНК, отжиг обратного праймера, элонгация второй цепи кДНК, активация промотора Т7 ДНК-зависимой РНК-полимеразы и синтез вирусной РНК. Принцип NASBA представлен на рисунке 1 [26].

Эффективность реакции и достоверность аппроксимации. Оценивали величину эффективности реакции амплификации (E) по формуле $E=1-10^{-1/k}$ (k из функции $C_t = 10^{(-a \cdot Твя+b)}$). Достоверность аппроксимации (R^2) рассчитывали стандартным способом [23].

Результаты исследований и обсуждение

Разработка дизайна олигонуклеотидных праймеров и бикона для опосредованного определения титра вируса ящура в сырье для вакцины при изотермической амплификации вирусной РНК (NASBA). На первом этапе исследования проводили расчет олигонуклеотидных праймеров и молекулярного бикона на основании нуклеотидных последовательностей 5'-NTR-участка РНК вируса ящура всех 7 серотипов, опубликованных в базах данных GenBank [11] и полученных в рамках исследований в ФГБУ «ВНИИЗЖ».

Праймеры для РНК-матрицы подбирали в соответствии с рядом правил, которые отражены в работах B. Deiman и R. Sooknanan [10, 24]. На 5'-конце Forward-5'-NTR-RNA-FMDV-праймера расположена 5'-промоторная часть Т7 ДНК-зависимой РНК-полимеразы (5'-AAT-TCT-AAT-ACG-ACT-CAC-TAT-AGG-G-3'). Длины Forward-5'-NTR-RNA-FMDV-праймера, Reverse-5'-NTR-RNA-FMDV-праймера и 5'-NTR-RNA-FMDV-Cyanine5/BHQ3-бикона составляли 28, 25 и 27 н.о., что соответствовало требованиям [10, 24]. Молекулярный вес трех олигонуклеотидов был равен 9127,4; 8130,8 и 8955,3 (без учета флуорофора и гасителя свечения), соответственно.

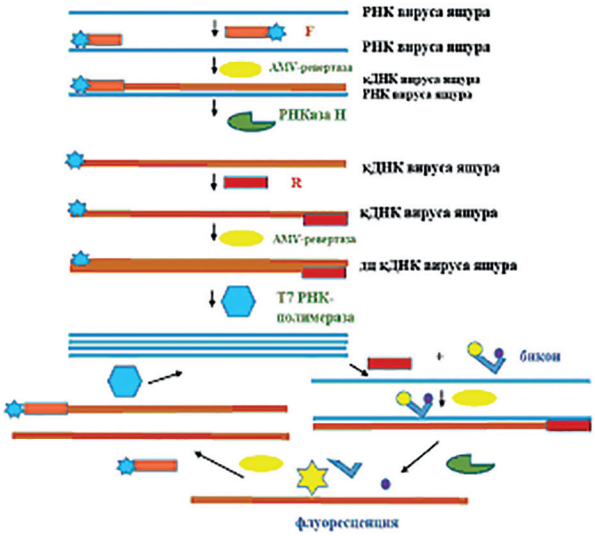


Рис. 1. Принцип метода изотермической амплификации РНК (NASBA) на примере РНК вируса ящура.

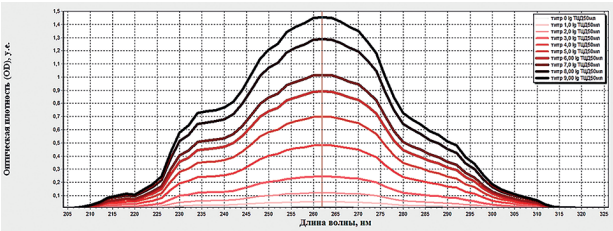


Рис. 2. Спектры поглощения экстрактов РНК вируса ящура стандартных образцов для оценки степени их чистоты (максимальные оптические сигналы для вирусной РНК зарегистрированы при длине волны 262 нм) (n=3, указаны средние значения).

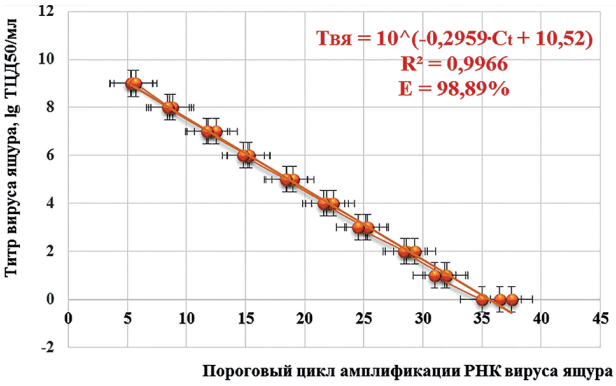


Рис. 3. Зависимость порогового цикла амплификации вирусной РНК и титра вируса ящура в изотермической транскрипционной амплификации (n=3).

Процентное содержание G и C в Forward-5'-NTR-RNA-FMDV-, Reverse-5'-NTR-RNA-FMDV-праймере и 5'-NTR-RNA-FMDV-Cyanine5/BHQ3-биконе составляло 43, 40 и 56 %, соответственно, что допустимо (норма 40–60 %) [10, 12, 24]. На 5'-конце праймеров и бикона отмечалось преобладание G и C, а на 3'-конце – A и U. На 3'-конце олигонуклеотидных праймеров располагался полиадениловый фрагмент (poly(A)). Праймеры и бикон

были очищены в полиакриламидном геле и с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии, соответственно. Гибридная часть бикона не была комплементарна олигонуклеотидным праймерам. Отсутствовали 4 и более подряд одинаковых нуклеотидов в цепи праймеров и бикона. В 5'-NTR-RNA-FMDV-Cyanine5/BHQ3 располагалось по 6 нуклеотидов с двух сторон, комплементарных друг другу, что требовалось для формирования «стеблевой» части. Флуорофор Cyanine5 присоединен к 5'-концу, содержащему C, а гаситель флуоресценции BHQ3 – к 3'-концу, содержащему G. Данные условия соответствовали требованиям, предъявляемым к олигонуклеотидным праймерам и молекулярному бикону, которые участвуют в реакции транскрипционной изотермической амплификации [10, 12, 13]. В качестве флуоресцентного красителя был выбран Cyanine5 с длиной волны максимальной абсорбции 650 нм и длиной волны с максимальной флуоресценцией 670 нм. Для тушения свечения использовали гаситель флуоресценции BHQ3 с длиной волны максимального поглощения при 672 нм и возможном диапазоне гашения 620–730 нм. Иными словами, была выбрана подходящая пара «флуорофор-гаситель».

При анализе нуклеотидных последовательностей гибридизационной части установили, что для олигонуклеотидных праймеров и бикона не было характерно образование «шпилек» (за исключением «стеблевой» части бикона, что требовалось условиями реакции), а также не выявлено 3'-комплементарности и сайтов, отжигающих сами на себя.

Было проведено определение температур плавления (T_m) для гибридизационной части олигонуклеотидных праймеров и бикона, поскольку это играет очень важную роль в молекулярно-биологических исследованиях, в том числе при подборе РНК-праймеров и бикона для реакции амплификации РНК вируса ящура.

Физические, термодинамические константы и расчет температур плавления [2] разработанных олигонуклеотидных РНК-праймеров и бикона представлены в таблице 1, из которой следует, что энтропия, энергия Гиббса и энтальпия для Forward-5'-NTR-RNA-FMDV-праймера составили 283,68 ккал/моль, 35,4 ккал/моль, 739 кал/(ºК·моль),

Таблица 1

Характеристики олигонуклеотидных праймеров и молекулярного бикона для определения титра вируса ящура в сырье для вакцины методом NASBA

Параметры	Характеристики олигонуклеотидов		
	Forward-5'-NTR-RNA-FMDV-праймер	Reverse-5'-NTR-RNA-FMDV-праймер	5'-NTR-RNA-FMDV-Cyanine5/BHQ3-бикон
Длина (L)	28	25	27
Молекулярный вес (Mw)	9151,4	8130,8	8955,3
Содержание GC, %	43	40	56
Дифференциал энтропии (dH), ккал/моль	283,68	248,03	257,31
Дифференциал энергии Гиббса (dG), ккал/моль	35,4	30,2	35,1
Дифференциал энтальпии (dS), кал/ºК·моль	739	649,6	654,8
Температура плавления (Tm), ºC: - с коррекцией концентрации солей	54	48	62
- по алгоритму ближайших соседей	68	64	74

Примечание: термодинамические параметры разработанных праймеров рассчитаны при условии: концентрация NaCl составила 1 М, температура 25 ºС, водородный показатель – 7,0.

соответственно. Энтропия, энергия Гиббса и энтальпия для Reverse-5'-NTR-RNA-FMDV-праймера были равны 248,03 ккал/моль, 30,2 ккал/моль, 649,6 кал/(ºK·моль). Энтропия, энергия Гиббса и энтальпия для 5'-NTR-RNA-FMDV-Cyanine5/BHQ3-бикона составили 257,31 ккал/моль, 35,1 ккал/моль, 654,8 кал/(ºK·моль), соответственно. Данные значения были необходимы для расчета температур плавления представленных олигонуклеотидов. Tm при использовании алгоритма ближайших соседей [30] для праймеров и бикона составили 68, 64 и 74 ºC, соответственно, что на 27, 23 и 33 ºC выше, чем температура амплификации РНК (41 ºC).

При использовании более простого метода, учитывающего концентрации ионов K^+ и диметилсульфооксида (DMSO) [17] Tm для Forward-5'-NTR-RNA-FMDV-праймера, Reverse-5'-NTR-RNA-FMDV-праймера и 5'-NTR-RNA-FMDV-Cyanine5/BHQ3-бикона составили 54, 48 и 62 ºC, соответственно, что на 13, 7 и 21 ºC выше, чем температура амплификации РНК (41 ºC) и также соответствует общепринятым требованиям, предъявляемым к олигонуклеотидам, используемым для данной реакции [10, 24].

Кроме того, последовательности разработанных олигонуклеотидных праймеров и молекулярного бикона проверили на наличие нежелательных совпадений с другими последовательностями нуклеиновых кислот с использованием Банка данных последовательности РНК [11]. Дизайн праймеров проанализировали на наличие внутренних вторичных структур и выявили, что для разработанных олигонуклеотидов нежелательных совпадений с другими последовательностями нуклеиновых кислот, а также наличия внутренних вторичных структур не обнаружено [25]. Таким образом, определены дизайн и температура плавления олигонуклеотидных праймеров и молекулярного бикона на основании нуклеотидных последовательностей 5'-NTR-участка РНК вируса ящура всех 7 серотипов.

Определение функции зависимости титра вируса ящура в сырье для вакцины и порогового цикла реакции амплификации вирусной РНК (NASBA). Для определения титра вируса ящура штамма Азия-1/Таджикистан/2011 подготавливали калибровочную панель стандартов, в качестве которых использовали неинактивированные суспензии вируса ящура с титрами: 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109 $ТЦД_{50}/см^3$. В качестве отрицательного контроля применяли суспензию клеток ВНК-21, не зараженную вирусом ящура. Из всех контролей выделяли РНК вируса ящура штамма Азия-1/Таджикистан/2011.

С помощью спектрального анализа в излучении ультрафиолетового света проводили оценку степени чистоты полученных элюатов РНК вируса ящура из разведений стандарта. Образцы РНК сканировали в кварцевых кюветах (l=10 мм) при температуре 23–25 °C и регистрировали значения экстинкции в диапазоне от 205 до 325 нм через каждые 2 нм, производя запись спектра поглощения РНК с помощью программы биоинформатики Specrtrum v. 5.0 (таблица 2, рисунок 2).

По результатам анализа стандартов выявили, что значения OD205-259 и OD263-325 не превышали OD260-262, что являлось признаком высокой степени чистоты полученных элюатов РНК (n=3). Из данных спектрального исследования стандартов отмечали отсутствие выраженных пиков на графиках (рисунок 2) при длинах волны 205, 235, 270, 280 и 320 нм, что свидетельствовало о практически полном отсутствии загрязнения экстрактов РНК примесями фосфолипидов, полисахаридов и остатков гуанидин-HCl, полипептидов и крупных конгломератов, соответственно. Значения коэффициентов экстинкции (R_1) для стандартов приближены к норме 2,000 (R_1 = 1,998-2,000), что подтверждало отсутствие ДНК и наличие лишь следовых количеств примесей белка. Деградации нуклеиновой кислоты и наличия свободных нуклеотидов в элюатах не наблюдалось, так как R_1 не превышал 2,000. Экстракты вирусной РНК не загрязнены полисахаридами и гуанидин-HCl, поскольку значения коэффициента экстинкции (R_2) приближены к норме 2,000 и соответствовали 1,992–2,000.

Учитывая, что при замещении 1 % РНК на углеводы значение R2 уменьшалось на 0,002, в полученных экстрактах наличие полисаха-

Таблица 2

Степень чистоты элюатов вирусной РНК стандартных образцов для проведения количественного варианта реакции NASBA* (n=3)

№ п/п	Титр вируса ящура, ТЦД$_{50}$/см^3	Спектральный анализ элюата РНК пробы					
		$OD_{262ср}$	$OD_{235ср}$	$OD_{280ср}$	$OD_{320ср}$	R_1	R_2
1	10^9	1,452 ±0,001	0,726 ±0,001	0,727 ±0,001	0,002 ±0,000	1,998	2,000
2	10^8	1,286 ±0,002	0,646 ±0,002	0,643 ±0,002	0,002 ±0,000	2,000	1,992
3	10^7	1,012 ±0,001	0,506 ±0,001	0,506 ±0,001	0,001 ±0,000	2,000	2,000
4	10^6	0,890± 0,001	0,446 ±0,001	0,445 ±0,001	0,002 ±0,000	2,000	1,996
5	10^5	0,698± 0,002	0,349 ±0,001	0,349 ±0,001	0,001 ±0,000	2,000	2,000
6	10^4	0,482 ±0,001	0,241 ±0,001	0,241 ±0,001	0,002 ±0,000	2,000	2,000
7	10^3	0,246 ±0,001	0,123 ±0,001	0,123 ±0,001	0,002 ±0,000	2,000	2,000
8	10^2	0,122 ±0,002	0,061 ±0,002	0,061 ±0,002	0,002 ±0,000	2,000	2,000
9	10^1	0,054 ±0,001	0,027 ±0,001	0,027 ±0,001	0,001 ±0,000	2,000	2,000
10	10^0	0,020± 0,001	0,010 ±0,001	0,010 ±0,001	0,001 ±0,000	2,000	2,000

Примечание: * – использовали вирус ящура штамма Азия-1/Таджикистан/2011, $OD_{262ср}$ – среднее значение экстинкции при 262 нм, $OD_{235ср}$ – среднее значение экстинкции при 235 нм, $OD_{280ср}$ – среднее значение экстинкции при 280 нм, $OD_{320ср}$ – среднее значение экстинкции при 320 нм, $OD_{260К\text{-}ср}$ – среднее значение экстинкции отрицательного контроля при 260 нм, R_1 – коэффициент экстинкции (OD_{262}/OD_{280}), рассчитанный исходя из средних значений OD, R_2 – коэффициент экстинкции (OD_{262}/OD_{235}), рассчитанный исходя из средних значений OD.

ридных примесей составляло не более 4 %, что допустимо. Разрушения РНК в экстрактах не было обнаружено данным методом. Таким образом, экстракты РНК вируса ящура, выделенные из стандартов, характеризовались высокой степенью чистоты [19, 24].

После оценки степени чистоты полученного экстракта РНК вируса ящура проводили реакцию транскрипционной изотермической амплификации для исследования стандартов. Постановку реакции осуществляли, как описано выше. Следует отметить, что проводимый анализ составляет 2 ч, при этом метод титрования в культуре клеток занимает 72 ч, таким образом, разработанный метод позволяет сокращать время исследования в 36 раз.

Результаты NASBA в режиме реального времени анализировали, оценивая и сравнивая графики накопления флуоресцентного сигнала по значениям пороговых циклов амплификации РНК Ct РНК, определенных с помощью пересечения пороговой линии и логарифмическим отображением функции Fl = f (Ct РНК). Впервые устанавливали зависимость между пороговым циклом амплификации РНК и титром вируса ящура в неинактивированном сырье для вакцин. Полученные данные отражены на рисунке 3 и выражены в виде показательной функции $T_{ВЯ} = 10^{(-0,2959 \cdot Ct\ рнк\ +\ 10,52)}$. Эффективность реакции амплификации РНК составила 98,89 %, достоверность аппроксимации – 0,9966, что соответствовало общепринятым требованиям, предъявляемым к молекулярно-биологическим тест-системам [30].

Тестирование метода опосредованного определения титра вируса ящура в сырье для вакцин с применением количественного

метода изотермической амплификации вирусной РНК (NASBA). На заключительном этапе исследования проводили тестирование предложенного метода для определения титра вируса ящура вакцинных штаммов, представленных в разделе «Материалы и методы», в 368 неинактивированных суспензиях. Исследования параллельно проводили методом ОТ-ПЦР-РВ [3] и титрованием в монослойной перевиваемой клеточной линии IB-RS-2 [17] в трех повторностях. Совпадение фактических результатов в ОТ-ПЦР-РВ и ожидаемых результатов по определению титра культурального вируса ящура методом NASBA составило 96,9–99,9 %. При сравнении с данными метода титрования в клеточной линии совпадение фактических и ожидаемых результатов соответствовало значениям 94,4–98,9 %. Для положительного контроля совпадение фактических и ожидаемых результатов составило 99,8 %. В отрицательном контрольном образце РНК и полные частицы вируса ящура, вызывающие развитие ЦПД, не обнаружены, что также соответствовало ожиданиям. Таким образом, по результатам проведенного исследования, корреляция метода опосредованного определения в сырье для вакцин при амплификации вирусной РНК, с ОТ-ПЦР-РВ и титрование в культуре клеток составила 94,4–99,9 %.

Заключение

Предложен новый подход к опосредованному определению титра вируса ящура в неинактивированном сырье для вакцин при амплификации вирусной РНК (NASBA).

Определено, что в отличие от существующих методов определения титра вируса ящура разработанный включает: этап выделения РНК вируса ящура с применением 3М гуанидин-HCl и латексных частиц белого цвета диаметром 250–300 нм; амплификацию специфического фрагмента в 5′-NTO РНК вируса ящура с применение специфических прямого и обратного праймеров, а также молекулярного бикона, меченого флуорофором малеимид Cyanine 5 и тушителем свечения BHQ3; детекцию РНК-ампликонов с помощью флуоресцентного свечения и отображения накопления сигнала в виде сигмоиды; новый подход к методике расчета титра вируса ящура с применением модели зависимости порогового цикла амплификации РНК для кривой флуоресценции от титра вируса ящура.

Впервые доказано, что между титром вируса ящура и пороговым циклом амплификации РНК существует зависимость, отраженная в виде показательной функции $T_{ВЯ} = 10^{(-0,2959 \cdot Ct\ рнк\ +\ 10,5200)}$ с эффективностью амплификации 98,89% и достоверностью аппроксимации 0,9966.

Выявлено, что основными преимуществами разработанного метода является экспрессность (снижается время исследования в 36 раз по сравнению с методом в культуре клеток); исключить вероятность контаминации; увеличить специфичность, чувствительность и достоверность анализа.

Список литературы

1. Жильцова М. В. Биологические свойства эпизоотических изолятов вируса ящура типов А, О и Азия-1: Автореф… дис. кан. наук. / М. В. Жильцова. Владимир: 2008. 23 с.

2. Молекулярный олигокалькулятор. [Электронный ресурс] / URL: http://www.bio.bsu.by/molbiol/oligocalc.html. (Дата обращения: 10.11.2019).

3. Патент № 2674076 C1 Российская Федерация, МПК A61K 39/135 C12Q 1/68. Способ определения титра инфекционной активности вируса ящура в неинактивированном сырье для вакцины с применением метода обратной транскрипции и полимеразной цепной реакции в режиме реального времени: № 2017145889: заявл. 25.12.2017: опубл. 04.12.2018 / Д. А. Лозовой, Д. В. Михалишин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ ВНИИЗЖ).

4. Патент № 2712769 C1 Российская Федерация, МПК G01M 33/58, C12Q 1/68. Способ спектрометрического определения концентрации 146S частиц вируса ящура в неинактивированном сырье для вакцины по оценке количества молекул вирусной РНК, выделенной после иммунного захвата вирионов: № 2019116272: заявл. 27.05.2019: опубл. 31.01.2020 / Д. А. Лозовой, Д. В. Михалишин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ ВНИИЗЖ).

5. Пономарев А. П. Вирус ящура: структура, биологические и физико-химические свойства. / А. П. Пономарев, В. Л. Узюмов. Владимир: Фолиант, 2006. 250 с.

6. Alexandersen S. The pathogenesis and diagnosis of foot and mouth disease / S. Alexsandersen, Z. Zhang, A. L. Donaldson // J. Compr. Pathol. 2003. V. 129. P. 268–282.

7. Baeumner A. J. Detection of viable oocysts of Cryptosporidium parvum following nucleic acid sequence based amplification / A. J. Baeumner, M. C. Humiston, R. A. Montagna // Anal. Chem. 2001. Vol. 73. P. 1176–1180.

8. Blok M. J. Diagnostic value of monitoring human cytomegalovirus late pp67 mRNA expression in renalallograft recipients by nucleic acid sequence-based amplification / M. J. Blok, V. J. Goossens, S. J. van Herle // J. Clin. Microbiol. 1998. Vol. 36. P. 1341–1346.

9. Boom R. Rapid and simple method for the purification of nucleic acids / R. Boom, C. J. A. Sol, M. M. M. Salimans [et al.] // J. Clin. Microbiol. 1990. Vol. 28. P. 495–503.

10. Deiman B. Characteristics and applications of nucleic acid sequence based amplification / B. Deiman, P. van Aarle, P. Sillekens // Mol. Biotech. 2002. Vol. 20. P. 163–179.

11. GenBank. [Электронный ресурс] / URL: http://www.ncbi.nlm.nih.gov. (Дата обращения: 02.12.2019).

12. Lambrechts A. C. Comparison of immunocytochemistry, reverse transcriptase polymerase chain reaction, and Nucleic Acid Sequence-Based Amplification for the detection of circulating breast cancer cells / A. C. Lambrechts, A. J. Bosma, S. G. Klaver [et al.] // Breast Cancer Res. Treat. 1999. Vol. 56. P. 219–231.

13. Loeffler J. Nucleic acid sequence-based amplification of aspergillus RNA in blood samples / J. Loeffler, H. Hebart, P. Cox [et al.] // J. Clin. Microbiol. 2001. Vol. 39. P. 1626–1629.

14. Lubroth, J. Vesicular diseases. / J. Lubroth, L. Rodriguez, A. Dekker. // Straw B. E., Zimmerman, J. J., D'Allaire, S. and Taylor, D. J., editors. Diseases of Swine. 9th ed. Blackwell Publishing Professional, Ames, Iowa, USA. 2006. P. 517–536.

15. Mahony J. B. Evaluation of the NucliSens Basic Kit for Detection of Chlamydia trachomatis and Neisseria gonorrhoeae in Genital Tract Specimens Using Nucleic Acid Sequence-Based Amplification of 16S rRNA / J. B. Mahony, X. Song, S. Chong, [et al.] // J. Clin. Microbiol. 2001. Vol. 39. P. 1429–1435.

16. Morre S. A. RNA amplification by nucleic acid sequencebased amplification with an internal standard enables reliable detection of Chlamydia trachomatis in cervical scrapings and urine samples / S. A. Morré, P. T. Sillekens, M. V. Jacobs [et al.] // J. Clin. Microbiol. 1996. Vol. 34. P. 3108–3114.

17. OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. 7th ed. Paris, 2018. Ch. 3.1.8.

18. Ovyn C. Typing of Mycoplasma pneumoniae by Nucleic Acid Sequence-Based Amplification, NASBA. / C. Ovyn, D. van Strijp, M. Ieven [et al.] // Molecular and Cellular Probes. 1996. Vol. 10. P. 319–324.

19. Peirson S. N. RNA extraction from mammalian tissues / S. N. Peirson, J. N. Butler // Methods in Molecular Biology. 2007. Vol. 362. P. 315–327.

20. SantaLucia J. J. A unified view of polymer, dumbbell, and oligonucleotide DNA nearest-neighbor thermodynamics / J. J. SantaLucia // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 1998. Vol. 95, no. 4. P. 1460–1465.

21. SantaLucia J. J. The thermodynamics of DNA structural motifs / J. J. SantaLucia, D. Hicks // Annual Review of Biophysics and Biomolecular Structure. 2004. Vol. 33. P. 11–14.

22. Song X. Quantitation of Chlamydia trachomatis 16S rRNA using NASBA amplification and a bioluminescent microtiter plate assay / X. Song, B. K. Coombes, J. B. Mahony // Comb. Chem. High Throughput Screening. 2000. Vol. 3. P. 303–313.

23. Sooknanan R. Nucleis acid sequence-based amplification // Molecular methods for virus detection / R. Sooknanan, B. van Gemen, L. Malek. London: Academic press, 1995. P. 261–285.

24. The Analysis of DNA or RNA using Its Wavelengths: 230 nm, 260 nm, 280 nm. Bioteachnology.com [Электронный ресурс] / URL: http://bioteachnology.com/dna/analysis-dna-rna-wavelengths-230-260-280-nm. (Дата обращения 02.11.2019).

25. The RNA Institute college of arts and science university at Albany. The mfold Web Server. RNA Folding Form. [Электронный ресурс] / URL: http://bioinfo.math.rpi.edu/~mfold/dna/form1.cgi (Дата обращения: 21.12.2019).

26. Uyttendaele M. Evaluation of the NASBA nucleic acid amplification system for assessment of the viability of Campylobacter jejuni / M. Uyttendaele, A. Bastiaansen, J. Debevere, // J. Food Microbiol. 1997. Vol. 37. P. 13–20.

27. Van der Vliet G. Use of NASBA RNA amplification for detection of Mycobacterium leprae in skin biopsies from untreated and treated leprosy patients. / G. Van der Vliet, S-N. Cho, K. Kampirapap [et al.] // Int. J. Lepr. Other Mycobact. Dis. 1996. Vol. 64. P. 396–403.

28. Van Deursen P. B. H. A novel quantitative multiplex NASBA method: application to measuring tissue factor and CD14 mRNA levels in human monocytes / P. B. H. van Deursen, A. W. Gunther, C. C. Spaargarenvan Riel [et al.] // Nucleic Acids Res. 1999. Vol. 27, e15 (i-vi).

29. Van Strijp D. NASBA: a method for nucleic acid diagnostics / D. van Strijp, P. van Aarle // Methods in molecular medicine-Totowa, NJ: Humana press. 1995. P. 331–340.

30. Von Ahsen N. Oligonucleotide melting temperatures under PCR conditions: nearest-neighbor corrections for Mg2+, deoxynucleotide triphosphate, and dimethyl sulfoxide concentrations with comparison to alternative empirical formulas / N. von Ahsen, C. T. Wittwer, E. Schütz // Clinical Chemistry: journal. 2001. Vol. 47, no. 11. P. 1956–1961.

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-38-41
УДК 619:616-006
Ключевые слова: плоскоклеточный рак кожи, фотодинамическая терапия, фотосенсибилизатор, опухоль, собаки.
Keywords: squamous cell skin cancer, photodynamic therapy, photosensitizer, tumor, dogs.

[1, 2]**Давыдов Е. В.**

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ПЛОСКОКЛЕТОЧНОГО РАКА КОЖИ У СОБАК
PHOTODYNAMIC THERAPY OF SQUAMOUS CELL SKIN CANCER IN DOGS

[1]Ветеринарная клиника «Росвет». 109129, Россия, Москва, улица Текстильщиков, дом 7.
Veterinary clinic "Rosvet". 109129, Russia, Moscow, 11-ya Tekstilshchikov Street, 7.
[2]ФГБОУ ВО Московский государственный университет пищевых производств, Институт ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности, кафедра «Ветеринарная медицина».
Адрес: 125080 Россия, Москва, Волоколамское шоссе, д. 11.
FGBOU VO Moscow State University of Food Production, the Institute of Veterinary Medicine, Veterinary and Sanitary Expertise and Agro-safety, Department of Veterinary Medicine.
Address: 125080 Russia, Moscow, Volokolamskoe highway, 11.

Давыдов Евгений Владимирович, к. вет. н., доцент. E-mail: dr.DavydovEV@yandex.ru.
Davydov Evgeny Vladimirovich, PhD of Veterinary Sciences, Associate Professor. E-mail: dr.DavydovEV@yandex.ru.

Аннотация. В данном исследовании была изучена эффективность метода фотодинамической терапии (ФДТ) плоскоклеточного рака кожи у собак. Исследование было выполнено на трех собаках породы: метис, лабрадор и ротвейлер в возрасте от 10 до 13 лет, с I стадией плоскоклеточного рака кожи (ПКРК). При ФДТ животному внутривенно вводился фотосенсибилизатор, который в течение трех часов накапливался в опухоли, после чего область опухоли облучали лазером, с захватом здоровых тканей, доза облучения составляла 350 Дж. В качестве фотосенсибилизатора применялся отечественный препарат Фотодитазин, который вводили внутривенно в дозе 1 мг/кг. Для облучения опухоли применяли диодный лазерный аппарат АЛХТ ЭЛОМЕД (ООО «Эломед», Россия), мощностью 1,5 Вт, с длинной волны 660±2 нм. Облучение осуществляли световодом для наружного облучения. Для оценки эффективности лечения рассчитывали объективный ответ согласно методике ВОЗ. В процессе фотодинамической терапии побочных эффектов не выявлено, сеанс облучения переносился животными хорошо, без общей седации или местного обезболивания. Объективный ответ при двух сеансах фотодинамическая терапия I стадии плоскоклеточного рака кожи у собак составил 100 %, в виде полной регрессии – 66,7 % и частичной регрессии – 33,3 %, период наблюдения составил в среднем 5 месяцев.

Summary. *In this study, the effectiveness of the photodynamic therapy (PDT) method of squamous cell skin cancer in dogs was studied. The experiment included three dogs of the breeds labrador, half-breed and rottweiler aged 10 to 13 years, with stage I squamous cell skin cancer. With PDT, a photosensitizer was injected intravenously into the animal, which accumulated in the tumor for three hours, after which the tumor area was trained with a laser, with the capture of healthy tissues, the radiation dose was 350 J. As a photosensitizer, the drug Photoditazine was used, which was administered intravenously at a dose of 1 mg/kg. A diode laser device ALXT ELOMED (LLC Elomed, Russia), with a power of 1.5 W, with a wavelength of 660±2 nm, was used to irradiate the tumor. The irradiation was carried out by a light guide for external irradiation. To assess the effectiveness of treatment, an objective response was calculated according to the WHO methodology. No side effects were detected during photodynamic therapy, the irradiation session was well tolerated by the animals, without general sedation or local anesthesia. The objective response in two sessions of photodynamic therapy of stage I squamous cell skin cancer in dogs was 100 %, in the form of complete regression – 66.7 % and partial regression – 33.3 %, the follow-up period averaged 5 months.*

Введение

Онкологические болезни у животных широко распространены, поэтому важной задачей ветеринарной онкологии является разработка новых эффективных методов лечения. По данным Stephen J. Withrow et all злокачественные новообразования кожи встречаются у 90 из 100 000 собак, плоскоклеточный рак встречается в 6 % случаев от всех опухолей кожи [9]. Плоскоклеточный рак кожи – это злокачественная опухоль, поражающая эпидермис, она может проявлять агрессивное течение, инвазируя подлежащие ткани (в том числе костную ткань), а также метастазируя в лимфатические узлы и внутренние органы (преимущественно в легкие и печень) [5, 6, 7]. Классическим способом лечения плоскоклеточного рака кожи являет-

ся хирургическое удаление с широким захватом здоровых тканей. При неполном иссечении болезнь рецидивирует [4, 6].

Актуальной задачей современной отечественной науки является изучение и разработка импортозамещающих методов лечения и диагностики болезней животных и человека. Одним из таких методов является фотодинамическая терапия. Фотодинамическая терапия является неионизирующим способом лечения, при котором в организм пациента вводится специальный препарат – фотосенсибилизатор, который избирательно накапливается в опухолевой ткани в течение нескольких часов, после чего область тела, пораженная опухолью, облучается лазерным светом, который, взаимодействуя с фотосенсибилизатором, приводит к образованию активных форм кислорода (в основном синглетный кислород). Являясь сильными окислителями, эти вещества приводят к цитотоксическому эффекту. Таким образом происходит целенаправленное воздействие на опухоль, минимизируется повреждение здоровых тканей и «нагрузка» на организм [2].

ФДТ является импортозамещающим методом лечения, так как применяется фотосенсибилизатор и лазерный аппарат отечественного производства.

Цель исследования – изучить эффективность применение метода фотодинамической терапии плоскоклеточного рака кожи у собак.

Материалы и методы

В исследовании участвовали три собаки в возрасте от 10 до 13 лет, пород метис, лабрадор и ротвейлер. Животные проходили лечение в ветеринарной клинике «Росвет», г. Москва. Владельцы животных обратились в ветеринарную клинику с жалобой на новообразование кожи, при клиническом осмотре были обнаружены солидные плотные, бугристые новообразования кожи размером 8, 12 и 19 мм в диаметре. Всем собакам были проведены рентгенологические и ультрасонографические исследования. Признаков регионарного и отдаленного метастазирования не выявлено. Для верификации диагноза проводилось гистологическое исследование биоптатов опухоли, полученных при помощи панч-биопсии. Стадию заболевания устанавливали, основываясь на TNM классификации ВОЗ опухолей кожи у домашних животных [8]. Все пациенты были с I стадией плоскоклеточного рака кожи ($T_1N_0M_0$). Критерием проведения фотодинамической терапии был отказ владельцев от проведения хирургического лечения.

В качестве фотосенсибилизатора применялся препарат Фотодитазин (регистрационный номер ЛС-001246 от 10.02.2006), который вводили внутривенно собакам в дозе 1 мг/кг массы тела с предварительным разведением в соотношении 1:10 на 0,9 %-ном растворе натрия хлорида.

Для облучения опухоли применяли диодный лазерный аппарат АЛХТ ЭЛОМЕД (ООО «Эломед», Россия), мощностью 1,5 Вт, с длиной волны 660±2 нм. Облучение осуществлялось световодом для наружного облучения.

Фотодинамическую терапию проводили по следующей методике: животному устанавливали периферический внутривенный катетер и при помощи капельной инфузии внутривенно вводили раствор фотосенсибилизатора в течение 20–30 минут. После чего собака содержалась в затемненном помещении (для исключения возможности спонтанной активации ФС) в течение трех часов, при этом происходило накопление фотодитазина в опухолевой ткани. Затем область новообразования облучали лазерным светом, с захватом ткани вокруг опухоли на 0,5–1 см, с целью облучения возможных микроскопических, сателлитных очагов опухоли [1]. Доза лазерного излучения составляла 300–350 Дж. Также применялась флуоресцентная диагностика для контроля лечебного воздействия [3].

Эффективность лечения оценивалась после двух курсов фотодинамической терапии с интервалом две недели, с этой целью рассчитывали объективный ответ согласно методике ВОЗ, для чего до и после лечения измеряли два максимальных взаимно перпендикулярных размера опухоли и вычисляли их произведение [10]. В объективный

Таблица 1

Оценка эффективности фотодинамической терапии плоскоклеточного рака кожи у собак (3 особи)

Стадия	TNM	Общее кол-во особей	ПР	ЧР
I	$T_1N_0M_0$	3	2 (66,7 %)	1 (33,3 %)

ответ входят случаи только полной или частичной регрессии опухоли. Полная регрессия (ПР) – полное исчезновение признаков опухоли во всех известных очагах при двух последовательных идентичных исследованиях и при отсутствии проявления новых метастазов в течение не менее 4 недель. Частичная регрессия (ЧР) – уменьшение опухолевых очагов на 50 % и более от их исходных размеров при отсутствии появления новых метастазов в течение не менее 4 недель при условии отсутствии проявления новых метастазов или прогрессирования старых. Стабилизации (СТ) – уменьшение опухолевых образований менее чем на 50 %, или увеличение его не более чем на 25 %. Прогрессирование заболевания (ПРГ) – увеличение одного из измеряемых очагов более чем на 25 % или появление новых опухолевых очагов.

Результаты исследования

После введения ФС до начала облучения лазером животные находись в затемненном помещении, исключающем доступ солнечных лучей, в это время каких-либо побочных эффектов не наблюдалось. Сеанс фотодинамической терапии животные переносили хорошо, общей седации или местного обезболивания не требовалось (рисунок 1).

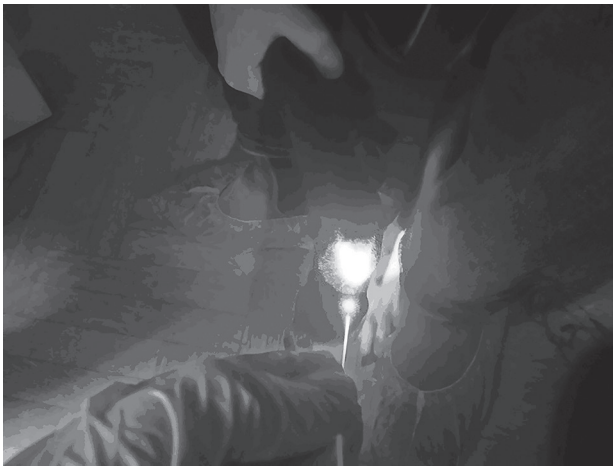


Рис. 1. Фотодинамическая терапия плоскоклеточного рака кожи собаки А. $T_1N_0M_0$ (I стадия)

Непосредственно после облучения опухоль бледнела, затем в течение 1–3 дней наблюдался отек тканей новообразования, а в последующем в течении недели происходило частичное или полное отторжение образования. На этот период животным назначали обработку хлоргексидином и диоксидиновой мазью. При полной регрессии опухоли на ее месте образовывался эластичный рубец. Оценка эффективности фотодинамической терапии плоскоклеточного рака кожи у собак после двух сеансов лечения представлена в таблице 1.

Как следует из результатов, представленных в таблице 1, объективный ответ составил 100 %, в виде ПР – 66,7 % и ЧР – 33,3 %. Период наблюдения составил в среднем 5 месяцев. Частичная регрессия наблюдалась у собаки с размером опухоли 19 мм.

Заключение

Проведенное исследование показало возможность применения фотодинамической терапии при I стадии плоскоклеточного рака кожи у собак с хорошим лечебным эффектом (объективный ответ – 100 %). Использование данной методики позволяет избежать хирургического вмешательства, что особенно актуально для пациентов группы риска по общей анестезии и в условиях дефицита тканей. Также показано что при двух курсах облучения наблюдается частичная регрессия новообразования размером около 2 см в диаметре, поэтому для лечения опухолей более 1,5–2 см необходимо проводить более двух курсов ФДТ, что требует дополнительных исследований в этой области.

Список литературы

1. Давыдов Е. В. Опыт комбинированного использования фотосенсибилизаторов при фотодинамической терапии / Е. В. Давыдов // Российский биотерапевтический журнал. 2013. Т. 2. С. 26.

2. Давыдов Е. В. Изменение биохимических и гематологических показателей крови собак при онкологических заболеваниях после фотодинамической терапии / Е. В. Давыдов, Б. В. Уша, Т. О. Марюшина, Г. М. Крюковская, Ю. С. Немцева // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 4 (37). С. 38–41.

3. Коробов С. С. Опыт применения флуоресцентной диагностики опухолей кожи / С. С. Коробов, Е. В. Давыдов // Лазерная медицина. 2016. Т. 20. № 2. С. 49.

4. Суховольский О. К. Комплексное лечение новообразований молочной железы и кожи у собак.: Диссертация … доктора вет. наук / О. К. Суховольский. СПб., 2002. 307 с.

5. Dobson J. M. Principles of Cancer Therapy. In: Textbook of Small Animal Medicine (ed. J. K. Dunn). / J. M. Dobson. W. B. Saunders, London. 1999. pp. 985–1028.

6. Henry C. J. Cancer management in small animal practice. / C. J. Henry, M. L. Higginbotham. Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. 2010. 406 p.

7. Morris, J. Small Animal Oncology / J. Morris, J. Dobson // Blackwell Science. 2001. P. 9–11.

8. Owen L. N. TNM Classification of Tumours in Domestic Animals. / L. N. Owen. World Health Organization, Geneva. 1980.

9. Withrow S. J. Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology 5th edition. / S. J. Withrow, D. M. Vail, R. L. Page. Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. 2013. 750 p.

10. WHO Handbook for Reporting Results of Cancer Treatment. Geneva, 1979.

АППАРАТ ДЛЯ ИМПУЛЬСНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕРАПИИ «УМИ-05»

На протяжении многих лет клиника БНПЦ ЧИН и Институт Ветеринарной Биологии (Санкт-Петербург) используют в своей практике уникальный прибор – генератор низкочастотного магнитного импульсного излучения большой мощности «УМИ-05» (ранее «УИМТ-2», «УИМТ-3»). Данный прибор применяется для моно- или комплексной терапии целого ряда болезней, которые ранее считались неизлечимыми или очень тяжело поддавались лечению.

Основные направления применения «УМИ-05»

- Болезни мочевой системы: мочекаменная болезнь, пиелонефрит, поликистоз, цистит.
- Желчекаменная болезнь.
- Болезни опорно-двигательного аппарата: остеохондроз позвоночника, дископатия, артрозо-артриты, бурсит, растяжение связок, ушибы, контрактуры суставов, миозит.
- Купирование эпилептических приступов и эпилептического статуса.
- Гипертензия.
- Отит гнойный.
- Отит аллергический.

Стандартный курс лечения

- 10 сеансов по 30–50 импульсов на одну патологическую область. Мощность 50–80 %. Курс можно повторить с перерывом в 10 дней.
- Профилактический курс для животных группы риска (остеохондроз, МКБ и пр.) – 7–10 сеансов с интервалом 6 месяцев.
- Применение прибора не вступает в противоречие с использованием фармакологических и хирургических методов лечения.
- Магнитотерапию не следует проводить на области тела, содержащей металлоконструкции (например, штифты или пластины для остеосинтеза).

Экономика

- Быстрая окупаемость прибора.
- Минимальная затрата рабочего времени: длительность одного сеанса на одну патологическую зону – 2–3 минуты.
- Высокая эффективность лечения, полное излечение или введение животного в стойкую ремиссию по всем перечисленным болезням гарантируют значительное увеличение рейтинга клиники в целом и приток новых клиентов.

Стоимость прибора 27000 рублей

Заказать УМИ - 05 можно по тел./факсу: (812) 927-55-92 доб 208; (812) 612-13-34 доб. 208 или по e-mail: ivb-info@mail.ru. подробности на сайте: www.invetbio.spb.ru

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-42-46
УДК: 619:616-89
Ключевые слова: поликистоз яичников, морские свинки.
Key words: polycystic ovaries, guinea pigs.

[1]Луцай В. И., [2]Концевая С. Ю., [1]Долгая Д. В.

ПОЛИКИСТОЗ ЯИЧНИКОВ У МОРСКИХ СВИНОК
POLYCYSTIC OVARIES IN GUINEA PIGS

[1]ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», институт ветеринарии, ветеринарно-–санитарной экспертизы и агробезопасности., кафедра «Ветеринарная медицина».
Адрес: 109316, г. Москва, ул. Талалихина, 33.
FSBEI HE "Moscow State University of Food Production", Institute of Veterinary Medicine, Veterinary and Sanitary Expertise and Agricultural Safety., Department of Veterinary Medicine.
Address: 109316, Russia, Moscow, Talalikhina str., 33.
[2]ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского»
Адрес: 109004, Россия, Москва, ул. Земляной Вал, д. 73.
FSBEI HE "Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky".
Address: 109004, , Russia, Moscow, Zemlyanoy Val str., 73.

Луцай Владимир Иванович, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры «Ветеринарная медицина».
E-mail: recaro21@bk.ru
Lutsay Vladimir Ivanovich,., Doctor of Veterinary Sciences, Professor of Department "Veterinary Medicine".
E-mail: recaro21@bk.ru
Концевая Светлана Юрьевна, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры «Биоэкология и ихтиология».
E-mail: vetprof555@inbox.ru
Kontsevaya Svetlana Yurievna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of Department "Bioecology and Ichthyology". E-mail: vetprof555@inbox.ru
Долгая Дарья Викторовна, студент 5 курса направления «Ветеринария». E-mail: dolgya1708@gmail.com
Dolgaya Daria Viktorovna, 5th year student of the direction ""Veterinary". E-mail: Dasha.dolgya1708@gmail.com

Аннотация.: В работе рассматривается заболевание поликистоз яичников у морских свинок. В исследовании участвовало 10 морских свинок, с выявленным заболеванием поликистоз яичников, самки с различногоным возрастаом и породами. Исследование проводилось в течениеи шести месяцев на базе клиники при Московском государственном университете пищевых производств. В работе рассматриваются методы диагностики и лечения заболевания. Подробно описываются два клинических случая, в которых проводилось хирургическое лечение с использованием различных хирургических доступов. В ходе проведения исследования доказывается большая вероятность развития заболевания поликистоза яичников и приводится аргументация за проведение плановой овариогистерэктомии у данных животных в более раннем возрасте. Рассматривается возможность рекомендации владельцам морских свинок проведения овариогистерэктомии без прямых клинических показаний к операции для профилактики данного заболевания.
***Summary**. The paper deals with the disease of polycystic ovaries in guinea pigs. The study involved 10 guinea pigs with a diagnosed disease of polycystic ovaries, females with different ages and breeds. The study was conducted for six months at the clinic at the Moscow State University of Food Production. The paper discusses the methods of diagnosis and treatment of the disease. Two clinical cases are described in detail, in which surgical treatment was performed using various surgical approaches. In the course of the study, a high probability of developing the disease of polycystic ovaries is proved and arguments are given for carrying out a planned ovariohysterectomy in these animals at an earlier age. The possibility of recommending ovariohysterectomy to guinea pig owners without direct clinical indications for surgery to prevent this disease is being considered.*

Введение

Поликистоз яичников – одно из наиболее распространенных заболеваний репродуктивной системы у самок морских свинок. Данному заболеванию подвержены все возрастные группы, но наиболее часто оно встречается у самок от среднего до старшего возраста [1]. Есть два варианта лечения: медикаментозное и хирургическое. В данной работе представлены два клинических случая поликистоза яичников. В этих случаях в качестве лечения был выбран хирургический метод. В первом случае была проведена овариогистерэктомия по боковому доступу

(унилатерально), во втором клиническом случае была проведена овариоэктомия по боковому доступу (билатеральная).

Материалы и методы

Работа выполнена на базе клиники при Московском государственном университете пищевых производств и на базе кафедры ветеринарной медицины в период с 2021 по 2022 год.

Клиническое обследование отобранных животных проводилось на базе ветеринарной клиники. В качестве инструментальных методов диагностики были применены метолы ультразвуковой диагностики и рентгенодиагностики.

Критерии отбора пациентов включали половую принадлежность и наличие заболевания.

Все владельцы морских свинок были информированы о цели и способе лечения и дали добровольное согласие на использование результатов лечения и клинических данных в работе.

Диагностика заболевания и методы лечения

Наиболее частым клиническим признаком поликистоза является алопеция, локализующаяся по бокам, в области живота и паховой области. Также часто наблюдаются эпителиальные образования на коже вокруг сосков. Многие врачи описывают грушевидную форму тела, связанную с увеличением объема живота на фоне наличия крупных кист яичников. У животного может наблюдаться пониженная активность, агрессия и сексуальное поведение, хотя они также могут наблюдаться у здоровых морских свинок в период эструса. [1]. Неспецифические клинические проявления при данном заболевании: потеря аппетита, вялость, вокализация при взятии на руки и пальпации. У некоторых животных заболевание может протекать бессимптомно и не проявлять никаких признаков болезни, поликистоз яичников может стать случайной находкой при проведении УЗИ брюшной полости или пальпации на приеме. Диагноз ставится на основании клинических признаков (пальпации) и подтверждается данными УЗИ (рис. 1, 2). Диагностика с помощью рентгенографии затруднена, но возможна в некоторых случаях, например, если кисты большого размера, как например в случае с морской свинкой, рентген которой приведен в статье (рис 3, 4). Обычные диагностические лабораторные методы исследования, такие как общий анализ крови и биохимический и анализ мочи – не являются специфическими для данного заболевания. Но их желательно проводить для предоперационного скрининга, чтоб исключить сопутствующие болезни. [2]

В качестве методов лечения описываются: тонкоигольная аспирация кист под УЗ-контролем, а также гормональное лечение с использованием гонадотропин-рилизинг гормона (ГнРГ) или хорионического гонадотропного гормона человека (ХГЧ). ГнРГ-препараты в целом вызывают высвобождение ЛГ и ФСГ, которые, в свою очередь, вызывают рост, созревание и лютеинизацию фолликулов, соответственно. Данные методы лечения имеют повышенные риски рецидивов [3]. Поэтому лечение наиболее целесообразным является хирургический метод лечения (овариогистерэктомия или овариоэктомия).

Есть несколько методов хирургического лечения: овариоэктомия и овариогистерэктомия. Эти техники могу быть выполнены через доступ по белой линии, и также через боковой доступ (унилатеральный и билатеральный). Боковой доступ является более оправданным у морских свинок. Выбор доступа будет зависеть от размеров кист и эластичности связок. [4].

Описание клинического случая

В течение четырех месяцев при первичном приеме 10 морским свинкам с различными

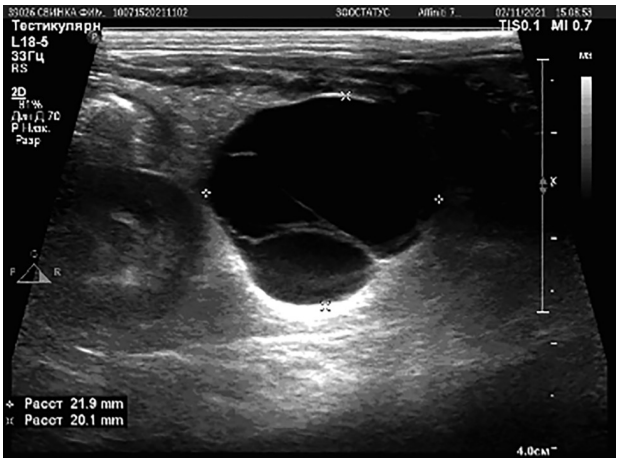


Рис. 1. Вид кисты яичника при проведении ультразвукового исследования.

патологиями и возрастными категориями проводилось ультразвуковое исследование.

У 9 из 10 исследованных животных наблюдался поликистоз яичников. В случаях, когда поликистоз яичников не являлся ведущим заболеванием, дающим клиническую картину, назначенное лечение было направлено на ведущие патологии. Семи животным из десяти было рекомендовано проведение овариогистерэктомии после стабилизации состояния. Двум из десяти обследованных животных было проведено хирургическое лечение.

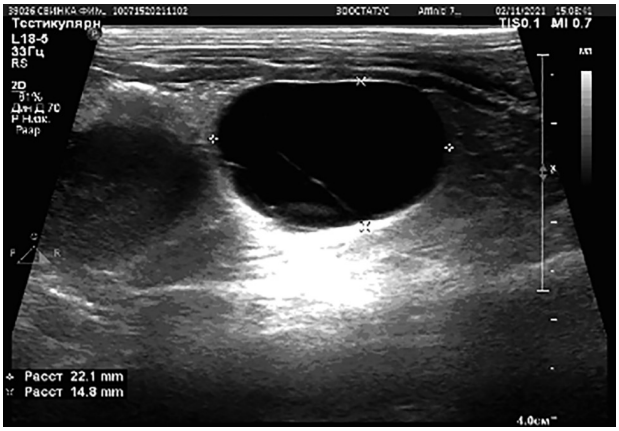


Рис. 2. Вид кисты яичника при проведении ультразвукового исследования.

Клинические случаи с проведенным хирургическим лечением поликистоза яичников

Первый клинический случай:

На приеём обратились владельцы с морской свинкой в возрасте 2 лет 4 месяцев с жалобой на увеличение живота и незначительно сниженнуюой активностью. На приеме при осмотре в брюшной полости пальпировались билатерально 2 объемных образования. По остальному протоколу осмотра отклонений не наблюдалось. Предварительный диагноз – поликистоз яичников. Дифференциальные диагнозы – билатеральная опухоль яичников, опухоль матки, мукометра, абсцесс в брюшной полости. Была проведена ультразвуковая диагностика – выявлено наличие двух объемных кист яичников. Была проведена односторонняя овариогистерэктомия через боковой доступ. (рис. 5, 6)

Второй клинический случай:

На прием обратились владельцы с морской свинкой в возрасте 3 лет 1 месяца с жалобой на увеличение живота, билатеральной алопециюей по бокам и незначительно сниженной активностью. На приеме при осмотре в брюшной полости пальпировались билатерально 2 объемных образования. По остальному протоколу осмотра отклонений не наблюдалось. Предварительный диагноз – поликистоз яичников. Дифференциальные диагнозы – билатеральная опухоль яичников, опухоль матки, фибролейома, мукометра, абсцесс в брюшной полости. Была проведена ультразвуковая диагностика – наличие 2-х объемных кист яичников. Была проведена овариоэктомия по боковому доступу, билатеральная. (рис. 7, 8)

Анестезиологический протокол: дексмедомитор 10 мкг/кг, п/к (дексмедетомедин, Орион Фарма, Финляндия), изофлюран 3,0–5,0 об. % (Aeran, Baxter, США), постановка внутривенного катетера, мелоксидил 0,5 мг/кг,п/к (мелоксикам компания Ceva Sante Animale, Франция), лидокаин 40 мкг/кг/мин (лидокаин, «Органика», Российская Федерация) + церукал 1 млг/кг /ч (метоклопрамид Teva Pharmaceutical Industries, Ltd., (Израиль)). Выход из анестезии без особенностей, животное было выписано на амбулаторное лечение. Владельцам также были

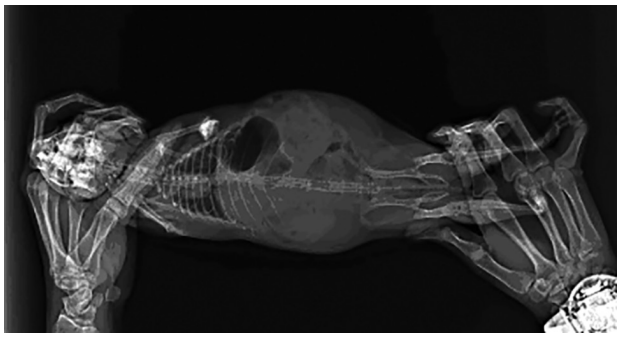


Рис. 3. Вид кисты яичника при проведении рентгенологического исследования в прямой проекции.

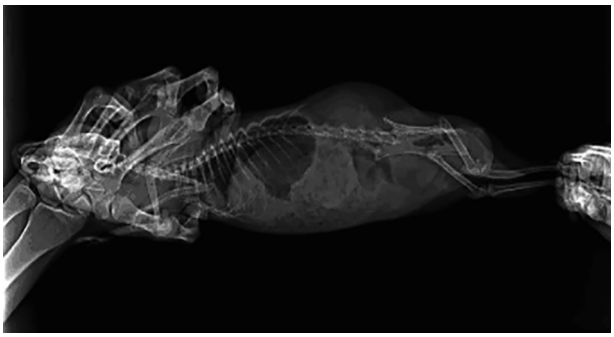


Рис. 4. Вид кисты яичника при проведении рентгенологического исследования в боковой проекции.

Рис. 5. Первый клинический случай. Морская свинка после проведения операции.

Рис. 6. Первый клинический случай. Кисты яичников.

Рис. 7. Второй клинический случай. Морская свинка после проведения операции.

Рис. 8. Второй клинический случай. Матка с кистами.

выданы рекомендации по контролю аппетита, дефекации и веса. При выявлении отклонений обратиться к врачу для коррекции назначения. В данном клиническом случае отклонений со стороны ЖКТ не было.

Результаты исследования и обсуждение

Установлено, что все 9 из 10 исследованных морских свинок были подвержены заболеванию поликистоз яичников. Морская свинка, у которой заболевание не было выявлено, была шестимесячного возраста. Мы не можем утверждать, что заболевание развивается, у морских свинок после 6 месяцев, но это показывает, что риск развития данного заболевания увеличивается у животных с возрастом.

Только у двух морских свинок в данном исследовании поликистоз яичников являлся

ведущим заболеванием, и поэтому им было проведено хирургическое лечение. Семи из десяти исследованных животных, у которых были другие ведущие заболевания, было рекомендовано проведение плановой овариогистерэктомии после стабилизации состояния.

Этиология образования кист не известна. За последние годы были проведены исследования, в которых предполагается, что одним из ведущих факторов появления данного заболевания является поглощение эстрогенных веществ [3], также рассматриваются такие факторы, как гормональный дисбаланс, неправильное содержание, лишний вес и возраст морских свинок.

В 2000 году проводилось исследование, где морские свинки использовались, как лабораторные животные для изучения развития поликистоза яичников и проведения пробной гормональной терапии для консервативного лечения данного заболевания. Морских свинок выбрали, как лабораторных животных, поскольку половой цикл этого животного, по сравнению с другими моделями грызунов, более точно повторяет цикл человека [5]. Возможно проведение исследования с экспериментальным изучением эффективности препаратов, создаваемых для людей, для лечения поликистоза на морских свинках, которые являются домашними животными, с согласия их владельцев. Результаты такого исследования были бы информативны, как для ветеринарной практики, так и для человеческой медицины.

Список литературы

1. Кибл Э. Грызуны и хорьки. Болезни и лечение / Э. Кибл, А. Мередит. М.: Аквариум принт, 2013. С. 126–128.

2. Bertram C. A. Genital Tract Pathology in Female Pet Guinea Pigs (Cavia porcellus): a Retrospective Study of 655 Post-mortem and 64 Biopsy Cases / C. A. Bertram, K. Muller , R. Klopfleisch // Institute of Veterinary Pathology, Freie Universit€at Berlin, Robert-von-Ostertagstrase 15 and Small Animal Clinic, Freie Universitat Berlin, Oertzenweg 19b, Berlin, Germany 2018. P. 6–8. DOI: 10.1016/j.jcpa.2018.09.001

3. Pilny, A. Ovarian Cystic Disease in Guinea Pigs / A. Pilny // DVM, DABVP The Center for Avian / Exotic Medicine, 562 Columbus Avenue, New York, NY 10024, USA. 2014. P. 2–6.

4. Quandt L. M. Polycystic Ovaries in the Guinea Pig — Induction by Estradiol / L. M. Quandt, R. J. Hutz // Department of Biological Sciences, University of Wisconsin-Milwaukee, Milwaukee, Wisconsin 53201-0413-171-2000. P. 2–5. DOI: 10.1095/biolreprod48.5.1088

5. Schuetzenhofer G. Effects of deslorelin implants on ovarian cysts in guinea pigs / G. Schuetzenhofer, S. Goericke-Pesch, A. Wehrend // Clinic for Obstetrics, Gynecology and Andrology of Large and Small Animals, Justus-Liebig University, Giessen, Germany, 2011. P. 1–2. DOI: 10.1024/0036-7281/a000235.

КАК ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ НА ЖУРНАЛ?

А. Через подписной каталог

Индекс в каталоге «Газеты. Журналы» Агентства «Роспечать» – **33184**

Б. Через редакцию журнала

Банковские реквизиты для оплаты подписки
по безналичному расчету для юридических лиц:

ЧОУДПО «Институт Ветеринарной Биологии»
ИНН 7802196720 КПП 781301001
Р/с 40703810400000000022 в АО «Горбанк», г. Санкт-Петербург
К/с 30101810200000000814 БИК 044030814

В поле «Назначение платежа» указать:
«Предоплата за подписку на журнал «Актуальные вопросы ветеринарной биологии» на 2022 г. согласно инф. письму б/н от 03.09.18 г. НДС не облагается. Адрес подписки: ...»

Стоимость редакционной подписки на 2022 год:
2400 рублей.

Адрес редакции: Санкт-Петербург, ул. Ораниенбаумская, 3-Б.
Т./ф. (812) 232-55-92, т. 927-55-92.
E-mail: virclin@mail.ru; www.invetbio.spb.ru

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-47-52
УДК: 636.082.474.2
Ключевые слова: рекуператоры тепловой энергии, бройлер, воздух, теплообменник
Key words: heat energy recuperators, broiler, air, heat exchanger

Морозов В. Ю., Колесников Р. О., Калиткина К. А., Черников А. Н.

ОБЗОР ПРОБЛЕМ ПРИМЕНЕНИЯ РЕКУПЕРАТОРОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

OVERVIEW OF THE PROBLEMS OF USING RECUPERATORS THERMAL ENERGY FOR FARMING POULTRY

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».
Адрес: 196601, РФ, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2.
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint Petersburg State Agricultural University».
Address: 196601, Russian Federation, St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2.

Морозов Виталий Юрьевич, доктор ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой крупного животноводства. E-mail: supermoroz@mail.ru
Morozov Vitaliy Yuryevich, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Large Livestock. E-mail: supermoroz@mail.ru
Колесников Роман Олегович, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры крупного животноводства. E-mail: roman-koles@bk.ru
Kolesnikov Roman Olegovich, PhD of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Large Livestock. E-mail: roman-koles@bk.ru
Калиткина Ксения Андреевна, магистрант 2 курса, факультета зооинженерии и биотехнологий. E-mail: kalitkina.xeniya@gmail.com
Kalitkina Kseniya Andreevna, Master's Student, Faculty of Animal Engineering and Biotechnology. E-mail: kalitkina.xeniya@gmail.com
Черников Алексей Николаевич, кандидат ветеринарных наук, директор института учебно-практического центра агротехнологий (на правах института). E-mail: Alexei_chernikov92@bk.ru
Chernikov Alexey Nikolaevich, PhD of Veterinary Sciences, Director of the Institute of Educational and Practical Center of Agrotechnologies (on base an institute). E-mail: Alexei_chernikov92@bk.ru

Аннотация. Птицеводство – одна из энергоемких отраслей промышленности, которая потребляет большое количество энергии для обеспечения комфортного микроклимата, здоровья и продуктивности птиц. Высокие инвестиционные расходы на птицеводческих предприятиях приводят к необходимости снижения затрат. Из-за растущей стоимости топлива традиционные системы отопления могут становиться нерентабельными. Одним из возможных решений данной проблемы может быть применение установок рекуперации тепла с целью экономии энергии. Рекуператоры (теплоутилизаторы) – это теплообменники поверхностного типа для использования энергии отходящих газов. Применение рекуперативных систем тепловой энергии в птицеводческих помещениях позволяет значительно повлиять на экономию энергетических ресурсов при содержании птицы. Однако, на сегодняшний день существует недостаточно исследований в данном направлении. В дальнейшем разработка и применение новых технологий теплоснабжения являются важными областями исследований в птицеводстве.

Sunmary. *Poultry is one of the energy-intensive industries that consumes a large amount of energy to ensure a comfortable microclimate, the health and productivity of birds. High investment costs in poultry enterprises lead to the need to reduce costs. Due to the rising cost of fuel, traditional heating systems are not cost-effective at most poultry farms. One of the research approaches in this direction is the use of heat recovery plants in order to save energy. Thermal energy recovery is a process of partial return of energy for reuse. Recuperators (heat recovery units) are surface-type heat exchangers for using the energy of exhaust gases. The use of recuperative thermal energy systems in poultry houses can significantly affect the savings in energy resources when keeping poultry. However, there is currently insufficient research in this direction. In the future, the development and application of new heat supply technologies are important areas of research in the poultry industry.*

Требования к температуре и качеству воздуха птичников

Продуктивность сельскохозяйственной птицы во многом зависит от условий окружающей среды, изменение температуры в птичнике может спровоцировать холодовой или тепловой стресс [24]. В таблице 1 представлено влияние теплового стресса на зоотехнические показатели птиц [9, 20]. Цыплята гомеотермичны, что означает поддержание почти постоянной внутренней температуры тела независимо от условий окружающей среды. В том случае, если организм птицы преобразует большую часть поступающих с кормом питательных веществ в тепло, продуктивность снижается.

В таблице 2 приведены оптимальные параметры окружающей среды в помещении птичника [9].

Температура в первый день жизни цыплят должна поддерживаться в диапазоне от 30 до 32 °С. После этого температуру следует снижать на 2–3 °С каждую неделю, вплоть до 21–23 °С в возрасте 7 недель. Желаемый диапазон относительной влажности (RH) составляет от 50 до 70 %. Если уровень RH выше 70 %, это приведет к значительному увлажнению подстилки, распространению патогенов, загрязнению яиц и увеличению выбросов аммиака. Если уровень относительной влажности ниже 50 %, птичий помет может высохнуть, что спровоцирует проблему появления пыли. Обычно концентрация аммиака выше 25 ppm нежелательна. Высокий уровень аммиака может привести к повреждению органов дыхания птиц.

Тепло генерируется процессом метаболизма в организме, который включает рост, производство яиц и мяса. На выработку тепла влияют вид, масса тела, качество корма, уровень потребления корма [22]. Избыточное тепло организма птиц рассеивается за счет излучения, конвекции, испарительного охлаждения и проводимости, которые носят название чувствительных тепловых потерь.

Эффективность применения рекуператоров

Одним из энергосберегающих подходов является использование рекуператоров (те-

Таблица 1

Влияние теплового стресса на физиологические и зоотехнические показатели птиц

Показатели	Изменения показателя под влиянием теплового стресса	Показатели	Изменения показателя под влиянием теплового стресса
Потребление корма	↓*	Смертность	↑**
Производство яиц	↓	Каннибализм	↑
Вес яйца	↓	Иммуносупрессия	↑
Качество скорлупы	↓	Выводимость	↓
Высота белка	↓	Рост	↓

*↓ - снижается, **↑ - повышается

Таблица 2

Оптимальные параметры внутренней среды для птичника

№	Параметры	Оптимальные уровни
1	Температура воздуха в целом	22–28 °С
2	Температура воздуха до 1 недели жизни	30–32 °С
3	Температура воздуха от 1 до 7 недель жизни	20–32 °С
4	Температура воздуха через 7 недель жизни	10–27 °С
5	Относительная влажность (RH)	50–70 %
6	Аммиак	<25 ppm

плоутилизаторов), т. е. теплообменников поверхностного типа для использования энергии отходящих газов, в котором теплообмен между теплоносителями осуществляется непрерывно через разделяющую их стенку [14, 18].

Эффективность рекуперативного теплообменника определяется температурным КПД [21] и тепловым КПД. Температурный КПД рассчитывается с использованием следующей формулы [4]:

$$\Phi_t = \frac{t_{22}-t_{21}}{t_{11}-t_{21}}$$

где, Φ_t – температурная эффективность, t_{11} – температура отработанного воздуха (°С), t_{12} – температура выходящего воздуха (°С), t_{21} – температура наружного воздуха (°С), t_{22} – температура приточного воздуха (°С).

Теплопроизводительность рекуперативного теплообменника (Q) рассчитывается по следующему уравнению [4]:

$$Q(\text{кВт}) = \frac{mc_{pl}-(t_{22}-t_{21})}{1000}$$

где Q – производительность нагрева (кВт), m – массовый расход воздуха (кг $ч^{-1}$), c_{pl} – удельная теплоемкость воздуха по отношению к сухому воздуху (Втч $кг^{-1}$ $К^{-1}$) (c_{pl} - 1,005 кДж $кг^{-1}$ $К^{-1}$ – 0,28 Втч $кг^{-1}$ $К^{-1}$), t_{21} – температура наружного воздуха (°С), t_{22} – температура приточного воздуха (°С).

Согласно исследованиям [12], температурный КПД рекуператоров зависит от температуры выхлопного и наружного воздуха, а также массы расхода воздуха: с увеличением расхода воздуха температурный КПД быстро снижается (а сопротивление системы увеличивается) [15].

Как показали исследования, внедрение технологии рекуперации тепла является актуальным не только для бытовых и промышленных зданий [3, 15, 16], но и для экономии энергии на сельскохозяйственных комплексах.

Однако, исследования, касающиеся использования рекуперативных теплообменников в животноводческих и птицеводческих предприятиях, на сегодняшний день ограничены. Первые научные исследования по использованию рекуперативного теплообменника в животноводстве описаны при выращивании свиней на откорм в Восточной Германии [12]. Вслед за этим были опубликованы исследования данных установок

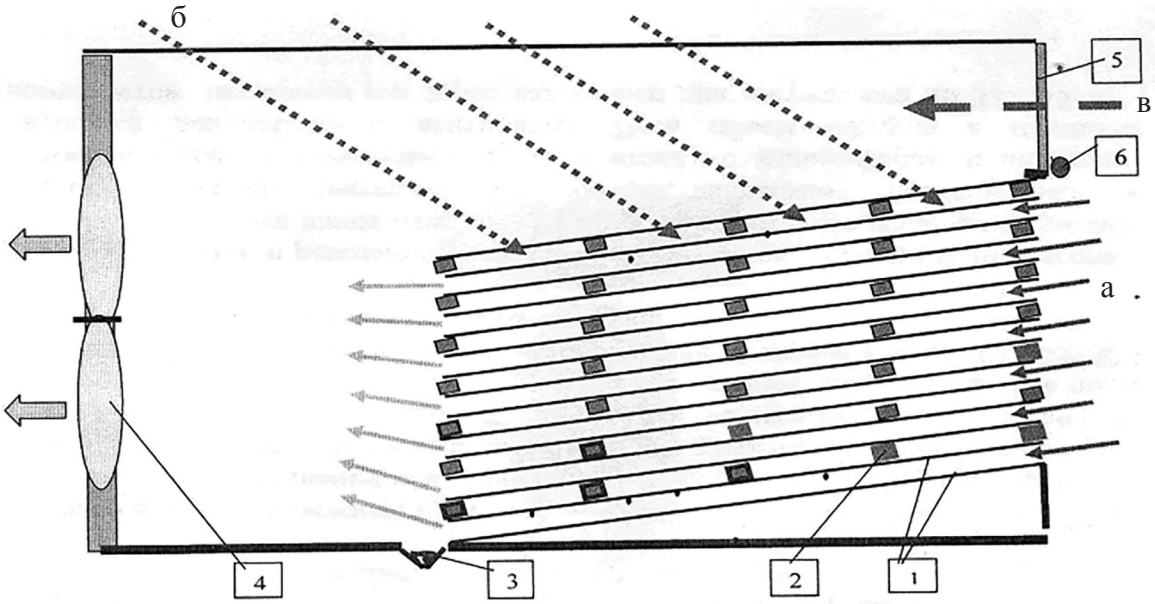


Рис. 1. Разрез рекуператора (цит. по: Гусев и др., 2012): 1 – листы оцинкованной стали; 2 – брус деревянный или труба ниппельной поилки; 3 – желобок для стока конденсата и воды при орошении и мойке; 4 – вентилятор вытяжной (ВО-12); 5 – дверка обводного канала; 6 – штора.

а – направление движения воздуха из птичника; б – направление движения холодного воздуха в птичник; в – направление движения воздуха по обводному каналу из птичника.

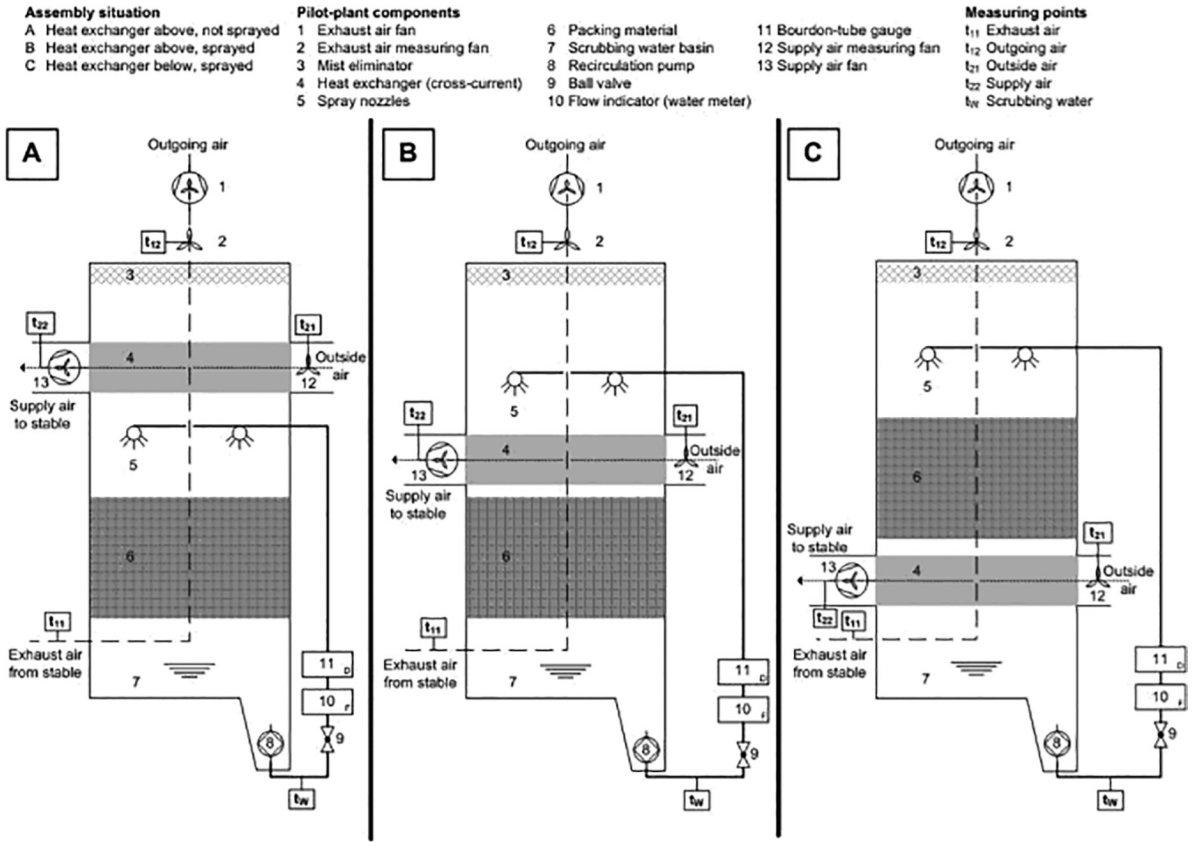


Рис. 2. Схема обменной установки для механически вентилируемых животноводческих помещений, способной одновременно очищать отработанный воздух и осуществлять рекуперации тепла, А, В, С – исследованные варианты сборки теплообменного агрегата.

на свиноводческих предприятиях в 2010 и 2012 годах [17, 19]. В среднем, производительность теплообменников, исследованных при выращивании поросят, составила 18,7± 8,3 кВт за год (при расходе воздуха 11471± 3041м^3 ч$^{-1}$). Исследование Немецкого сельскохозяйственного общества (DLG), посвященное испытанию рекуператора тепловой энергии, используемого в откорме свиней в зимних условиях, зарегистрировало теплопроизводительность 26,0 кВт при расходе воздуха 11 465 м^3/ч$^{-1}$ [8]. Теплопроизводительность теплообменника Earny, используемого при откорме бройлеров, составила 23,8 кВт в зимних условиях при расходе воздуха 5008 м^3/ч$^{-1}$ [7].

Важным фактором, влияющим на эффективность рекуператоров, является размер, конструкция, материал и толщина материала (особенно в отношении коэффициента теплопередачи) [15]. На сегодняшний момент используемые рекуператоры классифицируются по схеме относительного движения теплоносителей на противоточные, прямоточные и др.; по конструкции – на трубчатые, пластинчатые, ребристые; по материалу – металлические, мембранные, пластиковые [2]. В целом, согласно литературным данным [12, 19], применение рекуператоров тепловой энергии дает возможность экономить от 50 до 60 % топливных ресурсов для обеспечения оптимальных параметров микроклимата.

Как отмечает В. А. Гусев с соавт. [1], серийно выпускаемые рекуператоры тепловой энергии не подходят для применения в птичниках, так как они предназначены в основном для воздуха с концентрацией пыли до 0,5 мг/м^3, а в воздухе птичника концентрация пыли составляет 4–10 мг/м^3. Отечественными учеными [1] был разработан пластинчатый рекуператор, надежно работающий при большой концентрации пыли в воздухе птичника. Разрез рекуператора представлен на рисунке 1.

S. Klement с соавт. [12] также отмечал, что осаждение пыли на поверхности теплообменника со стороны выхода отработанно-

го воздуха усугубляет не только теплообмен, но и приводит к увеличению сопротивления давлению при растущем осаждении пыли. Чтобы избежать этого, автор рекомендовал систему очистки на водной основе.

Комбинирование рекуператоров тепловой энергии с системой очистки отработанного воздуха

Загрязняющие вещества, образующиеся вследствие ведения интенсивного животноводства и птицеводства, включают твердые частицы, аммиак (NH_3), парниковые газы, такие как метан (CH_4) и закись азота (N_2O). Несколько исследований показали, что использование систем очистки отработанного воздуха на свиноводческих предприятиях и птицефабриках позволяют снизить выбросы твердых частиц и NH_3 [10, 11, 23].

Интересно, что M. Zwoll с соавт. опубликовано исследование [25], сообщающее о научном подходе к созданию многоступенчатой системы очистки воздуха со встроенным теплообменником при выращивании бройлеров [7]. Первая стадия очистки заключается в использовании вертикально установленных труб, распыляющих жидкость с уровнем pH 3,5 для уменьшения выброса NH_3; вторая стадия включает распыление жидкости с уровнем pH 6,8 для уменьшения запаха. Поскольку выбросы NH_3 в течение первых нескольких дней откорма птицы очень низкие (вследствие малой живой массы бройлеров и малого расхода воздуха), для очистки отработанного воздуха на данном этапе требуется только вторая стадия обработки. Однако в это время потребность бройлеров в тепле очень высока (начальная температура в помещении составляет примерно 32–34 °C), что приводит к очень высокой температуре отработанного воздуха. Поэтому в течение первых нескольких дней откорма птицы для рекуперации тепла используется первая стадия без разбрызгивания жидкости.

M. S. Krommweh и W. Büscher [13] также разработана новая технология установки для механически вентилируемых животноводческих помещений, способная одновременно очищать отработанный воздух и осуществлять рекуперацию тепла (рис. 2).

Таким образом, очевидно, что на сегодняшний день необходимо внедрение инновационных экологически чистых, экономически эффективных и энергосберегающих стратегий для снижения затрат энергии. Одним из таких подходов является использование рекуператоров (теплоутилизаторов), т. е. теплообменников поверхностного типа для использования энергии отходящих газов. Использование рекуперативных систем тепловой энергии в птицеводческих помещениях позволяет значительно повлиять на экономию энергетических ресурсов при содержании птицы. Однако, на сегодняшний день существует недостаточно исследований в данном направлении. В дальнейшем разработка и применение новых технологий теплоснабжения являются важными сложными областями исследований в птицеводстве.

Список литературы

1. Гусев В. А. Повторное использование тепла при выращивании бройлеров в клеточных батареях / В. А. Гусев, И. П. Салеева, А. А. Тарабрин, В. В. Мохов, В. Г. Шоль // Вестник ВНИИМЖ. 2012. №1. Т. 5.

2. Кульбаба С. В. Рекуперация тепла – одно из направлений экономии тепловой энергии при отоплении птицеводческих помещений // С. В. Кульбаба, С. А. Нагорный // Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. 2016. №2. Т. 4.

3. Cuce P. M. A comprehensive review of heat recovery systems for building applications / P. M. Cuce, S. Rifat // Renew. Sustain. Energy Rev. 2015. Vol. 47. P. 665–682. doi:10.1016/j.rser.2015.03.087.

4. DIN EN 13053. Ventilation for buildings – Air handling units — Rating and performance for units, components and sections / German version EN 13053:2019 // Beuth Verlag. 2020.

5. DIN EN 13053. Ventilation for buildings – Air handling units – Rating and performance for units, components and sections / German version EN 13053:2019 // Beuth Verlag. 2020.

6. DLG. 2-stufge Ablufreinigungsanlage EMMI für die Hähnchenschwermast. DLG-Prüfericht 6212. 2014.

7. DLG. Big Dutchman International GmbH – Heat Exchanger Earny Type 40.000–Eficiency of heat recovery under practical conditions. DLG Test Report 6140F. 2014.

8. DLG. Luf-Luf-Wärmetauscher WVTL 480. Wärmerückgewinnungsefzienz unter Praxisbedingungen. Schönhammer GmbH. DLGPrüfericht 5971F. 2011.

9. Donald J. O. Environmental Management in the Broiler House. Aviagen. 2010.

10. EC. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU. Integrated Pollution Prevention and Control. 2017.

11. Ivanova-Peneva S. G. Ammonia emissions from organic housing systems with fattening pigs / S. G. Ivanova-Peneva, A. J. A. Aarnink, M. W. A. Verstegen // Biosyst. Eng. 2008. Vol. 99. P. 412–422. doi:10.1016/j.biosystemseng.2007.11.006.

12. Klement S. Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes rekuperativer Wärmetauscher bei der Klimatisierung von Schweineställen am Beispiel der Mastanlage „Burkersdorfer Schweineproduktion“ / S. Klement // Wissenschaflicher Fachverlag Fleck. 2001.

13. Krommweh M. S. Heating performance of a laboratory pilot-plant combining heat exchanger and air scrubber for animal houses / M. S. Krommweh, W. Büscher // Scientific reports. 2021. Vol. 11(1). P. 6872. doi:10.1038/s41598-021-86159-5.

14. Lindley J. A. Agricultural Buildings and Structures / J. A. Lindley, J. H. Whitaker // American Society of Agricultural Engineers. 1996.

15. Mardiana A. Review on physical and performance parameters of heat recovery systems for building applications / A. Mardiana, S. B. Rifat // Renew. Sustain. Energy Rev. 2013. Vol. 28. P. 174–190. doi:10.1016/j.rser.2013.07.016.

16. Mardiana-Idayu A. Review on heat recovery technologies for building applications / A. Mardiana-Idayu, S. B. Rifat // Renew. Sustain. Energy Rev. 2012. Vol. 16. P. 1241–1255. doi:10.1016/j.rser.2011.09.026.

17. Rösmann P. Einsatz von regenerativen Energiequellen zum Heizen und Kühlen von zwangsbelüfeten Tierställen / P. Rösmann // Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 2012.

18. Rösmann P. In 10. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der Llandwirtschaflichen Nutztierhaltung / P. Rösmann, W. Büscher, // Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaf. 2011. P. 280–285.

19. Rösmann P. Rating of an air-to-air heat exchanger in practice / P. Rösmann, W. Büscher // Landtechnik. 2010. Vol. 65. P. 418–420. doi:10.15150/lt.2010.538.

20. Technical Update, Understanding Heat Stress in Layers: Management Tips to Improve Hot Weather Flock Performance. 2015.

21. VDI 3803-5. Air-conditioning, system requirements. Part 5: Heat recovery systems (VDI Ventilation Code of Practice). VDI guidelines, 3803-5. Beuth Verlag. 2013.

22. Vitt R. Modelled performance of energy saving air treatment devices to mitigate heat stress for confined livestock buildings in Central Europe / R. Vitt, L. Weber, W. Zollitsch et al. // Biosyst Eng. 2017. Vol. 164. P. 85–97.

23. Winkel A. Emissions of particulate matter from animal houses in the Netherlands / A. Winkel, J. Mosquera, P. W. G. Groot Koerkamp et al. // Atmos. Environ. 2015. Vol. 111. P. 202–212. doi:10.1016/j.atmosenv.2015.03.047.

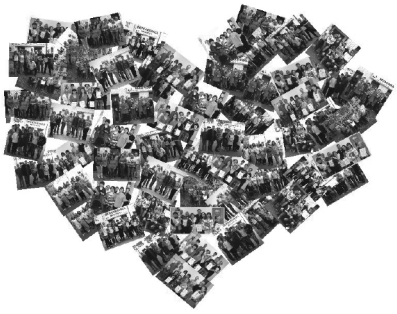
24. Yuanlong C. A comprehensive review on renewable and sustainable heating systems for poultry farming / C. Yuanlong, T. Elmer, G. Tugba et al. // International Journal of Low-Carbon Technologies. 2020. Vol. 15(1). P. 121–142.

25. Zwoll M. In 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der Landwirtschaflichen Nutztierhaltung vom 8.–10. September 2015 in Freising (ed. KTBL) 462–467 (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaf, 2015).

реклама

ЧОУДПО «ИНСТИТУТ ВЕТЕРИНАРНОЙ БИОЛОГИИ»
г. Санкт-Петербург

Курсы повышения квалификации



- Ветеринарная эхокардиография (теория и практика)
- Лабораторная диагностика в ветеринарии
- Ветеринарная офтальмология
- Ветеринарная рентгенология, в т.ч. персонал группы А и ответственный за рентгенобезопасность
- Ультразвуковая диагностика в ветеринарии
- Ветеринарная фармация (для лицензирования ветеринарных аптек)

Предварительная регистрация обязательна! Справки по тел. (812) 612-13-34 или (812) 232-55-92 доб. 208

График проведения и информация на сайте: www.invetbio.spb.ru/seminars.html

Лицензия Комитета по образованию Санкт-Петербурга на осуществление образовательной деятельности по образовательным программам дополнительного профессионального образования № 1093 от 04.08.2014 г.

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-53-58
УДК 619.636.03.033:615
Ключевые слова: кормовая добавка, гомеостаз, крупный рогатый скот, молочная продуктивность, незаразные патологии, постотельный период
Key words: feed additive, homeostasis, cattle, dairy productivity, non-infectious pathologies, post-pregnancy period

Ситчихина А. В., Сайтханов Э. О., Герцева К. А.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГОМЕОСТАЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

EVALUATION OF THE EFFECT OF FEED ADDITIVES ON THE INDICATORS OF HOMEOSTASIS OF CATTLE

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева».
Адрес: 390044, Россия, Рязань, ул. Костычева, д. 1.
Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev.
Address: 390044, Russia, Ryazan, Kostychev st., 1.

Ситчихина Алена Владимировна, ассистент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных.
E-mail: sit4ihina@yandex.ru
Sitchikhina Alena Vladimirovna, Assistant of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals.
E-mail: sit4ihina@yandex.ru
Сайтханов Эльман Олегович, канд. биол. наук, заведующий кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных.
E-mail: elmanrzn@gmail.com
Saythanov Elman Olegovich, PhD of Biology. Head of the Department of Veterinary and Sanitary Examination, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals.
E-mail: elmanrzn@gmail.com
Герцева Ксения Аркадьевна, канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных.
E-mail: okavet@ya.ru
Gertseva Ksenia Arkadievna, PhD of Biology. Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Surgery, Obstetrics and Internal Diseases of Animals. E-mail: okavet@ya.ru

Аннотация. В статье представлены сведения по изучению эффективности кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток» применяемой в постотельный период с целью поддержания физиологического статуса молочных коров после отела и стимуляции своевременной и полноценной лактации. Исследования проведены с использованием новотельных коров в возрасте 25 месяцев, со средней живой массой 543 кг. На основании проведенных исследований установлено, что применение кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток» способствует повышению цинка в сыворотке крови (на 54,4 %, относительно группы сравнения). Количество витамина А увеличилось у опытных животных, аналогично группе сравнения (достоверной межгрупповой разницы не установлено) на 18,2 %, а витамина Е на 44,9 %, что говорит об аналогичном клиническом эффекте. Также отмечено повышение сохранности телят на 10 %, полученных от коров опытной группы. Применение кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток» в постотельный период способствует большему (на 7,7 %) повышению показателя среднесуточного удоя в первые 10–30 дней лактации, при анализе, относительно группы сравнения.

Summary. *The article presents information on the study of the effectiveness of the feed additive "GoldenFeed. Energy drink" used in the postnatal period in order to maintain the physiological status of dairy cows after calving and stimulate timely and full-fledged lactation. The studies were conducted using first-calved cows aged 25 months, with an average live weight of 543 kg. Based on the conducted studies, it was found that the use of the feed additive "GoldenFeed. Energy drink" promotes an increase in zinc in the blood serum (higher by 54.4 %, relative to the comparison group). The amount of vitamin A increased in experimental animals, similar to the comparison group (no significant intergroup difference was established) by 18.2 %, and vitamin E by 44.9 %, which indicates an analogous clinical effect. There was also an increase in the safety of calves obtained from cows of the experimental group by 10 % higher. Application of the feed additive "GoldenFeed. Energy drink" in the post period contributes to a greater (by 7.7 %) increase in the average daily milk yield in the first 10–30 days of lactation, when analyzed, relative to the comparison group.*

Введение

Профилактика послеродовых болезней у новотельных коров занимает ведущее место в ветеринарной практике [8, 3]. Такой подход важен как с терапевтической точки зрения, так и с экономической, так как профилактика заболеваний несет меньшую финансовую нагрузку по сравнению с лечением. Основой в профилактике внутренних незаразных болезней постотельного периода является полноценный рацион животных [1, 7, 10].

Отел у коров является значительным стрессом для организма, так как в этот период животное теряет значительное количество витаминов, микро- и макроэлементов, электролитов, а также снижается уровень глюкозы [5]. Для того чтобы предотвратить данное состояние, необходимо сразу после отела провести выпойку с необходимыми добавками. Коровы с высокими удоями склонны к значительному дефициту энергии. Это может привести к развитию постотельных патологических состояний, таких как: кетоз, мастит, послеродовой парез, задержка последа, эндометриты и т. д. [2, 4]. Именно поэтому изучение влияния отечественной кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток» в постотельный период является важной задачей как с научной, так и с практической точки зрения [6, 9].

Цель работы: изучить влияние кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток» на показатели гомеостаза крупного рогатого скота в постотельный период.

Материалы и методы исследований

Работа была выполнена в весенне-летний период 2021 года. Лабораторные исследования были проведены на кафедре ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ ФГБОУ ВО Рязанского ГАТУ. Научно-производственный опыт был поставлен в животноводческом хозяйстве ООО «АПК Русь». В качестве объектов исследований были использованы первотелки в возрасте 25 месяцев, со средней живой массой на момент начала исследований 543 кг. Животных распределяли по группам случайным образом, по принципу аналогов, используя в качестве критериев возраст, массу тела. При этом учитывали разницу в индивидуальной живой массе животных в пределах группы, которая не могла отличаться более чем на 10 % от средней массы животных одного пола.

Для исследований было подобрано 20 лактирующих первотелок, которые были сформированы в две группы – группу сравнения (10 голов) и опытную (10 голов). Животные как группы сравнения (далее – контрольная), так и опытной групп содержались на полноценном рационе, обеспечивающем их физиологические потребности и соответствующем технологическому периоду, при свободном доступе к воде. Рацион кормления новотельных коров (первотелок) содержит меньшее количество силоса кукурузного – 53,5 % и обогащен энергетическими компонентами, такими как свекловичный жом – 4,4 %, патока – 0,5 %, для коррекции ацидоза – сода пищевая – 0,6 %. Также в структуре рациона содержится: кукуруза дробленая – 6,9 %, пивная дробина – 4,7 %, сенаж – 4 %; сено – 3,7 %, шрот соевый – 3,3 %, шрот рапсовый – 3 %, ячмень – 1,1 %, глицерин – 0,9 %, ВМК – 0,4 %, известняк – 0,4 %, соль поваренная – 0,2 %.

Кормовая добавка «GoldenFeed. Энергетический напиток» по внешнему виду представляет собой порошок белого или почти белого цвета с желтоватым оттенком с включениями оранжевого цвета, склонный к комкованию, со сливочным запахом. Химический состав кормовой добавки обеспечивает поступление в организм коровы в качестве основных компонентов, необходимых в транзитный период, таких минеральных компонентов, как кальций, цинк, марганец, йод, селен, кремний.

Кормовую добавку вводили внутрижелудочно однократно в первые 30 минут после отела при помощи дренчера для принудительной выпойки первотелок в разведении с водой по следующей схеме: однократно сразу после отела в дозе 1 кг/голову, предварительно растворив добавку в 10 л горячей воды (45–50 °С) и разбавив полученный раствор 20 л холодной воды до температуры 25–30 °С. После выпойки кормовой добавки первотелке обеспечивали свободный доступ к теплой питьевой воде.

Таблица 1

Общеклинические показатели крови первотелок

Показатель	До введения препарата		На 10-е сутки после введения препарата	
	опыт	контроль	опыт	контроль
WBC (лейкоциты), 10^{*9}/l	14,12±1,94	15,44±3,42	8,65±2,38*	11,28±1,49
RBC (эритроциты), 10^{*12}/l	7,73±0,57	8,10±0,59	6,60±0,75'	6,90±0,63"
HGB (гемоглобин), g/l	115,90±6,06	122,30±5,33	92,40±9,35'''	102,20±6,03
HCT (гематокрит), %	34,60±3,89	36,15±2,25	28,41±2,73	29,96±1,97
PLT (тромбоциты), 10^{*9}/l	248,10±85,86	208,40±137,21	265,90±122,90	231,10±98,36

Примечание: * – p<0,05- относительно показателей контрольной группы. ' – p<0,05; " – p<0,01; ''' – p<0,001 – относительно показателей до опыта.

Контрольная группа получала в качестве кормовой добавки, рекомендованной в аналогичный период изучаемую кормовую добавку «Ревива» (Reviva).

Клиническое состояние оценивали с применением общепринятых методов клинической диагностики – осмотра, пальпации, перкуссии. Оценивали габитус, состояние кожного покрова, видимых слизистых оболочек, определяли частоту пульса, дыхания, ректальную температуру тела. Кровь для исследования гематологических и биохимических показателей брали до введения кормовой добавки (сразу после отела) из хвостовой вены с помощью вакуумной системы забора. Общеклиническое исследование крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе Abacus Junior Vet (Diatron, Австрия). Изучали такие показатели, как лейкоциты, эритроциты, гемоглобин, гематокрит, тромбоциты. Биохимические исследования крови проводили на автоматическом биохимическом и иммуноферментном анализаторе ChemWell 2910 Combi (Awareness Technology, США). При этом нами были проанализированы такие показатели, как общий белок, альбумины, глобулины, цинк, витамин Е (альфа-токоферол). Количество витамина А в сыворотке крови определяли по методике Бессея в модификации Л. А. Анисимовой (1969). Концентрацию селена и марганца определяла атомно-адсорбционная спектрометрия (ААС). Электролитный анализ свежеприготовленной сыворотки крови проводили на анализаторе электролитов Easylyte Calcium Na/K/Ca/pH (Medica Corp., США).

Молочную продуктивность оценивали путем проведения индивидуальных контрольных доек в трех контрольных точках по следующей схеме: 1 – на 10-й день после отела, 2 – на 30-й день лактации; 3 – на 50-й день лактации.

Качественные показатели молока оценивали на 10-й день лактации. При этом оценивали такие показатели, как массовая доля жира (%), массовая доля белка (%), сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО, %), количество соматических клеток.

Массовую долю жира и белка, а также СОМО определяли на автоматическом анализаторе «Эксперт Профи». Количество соматических клеток определяли с помощью анализатора клеток Lactoscan™ SCC.

Результаты исследований

Изучая гематологические показатели первотелок (табл. 1), стоит отметить, что по окончании опыта показатели лейкоцитов в опытной группе стали на 23,3 % достоверно ниже по сравнению с показателями контроля после опыта (p<0,05). Мы предполагаем, что кормовая добавка «GoldenFeed. Энергетический напиток» способствовала снижению лейкоцитов вследствие уменьшения антигенной провокации со стороны кишечной флоры за счет активных сорбционных свойств входящих в нее компонентов. Кроме того, снижение лейкоцитов может быть следствием окончания инволюционных процессов в матке после родов.

Также было установлено, что за изучаемый период произошло достоверное снижение эритроцитов в опытной группе на 14,6 % и на 14,8 % в контрольной группе (p<0,01; p<0,001), а также достоверное снижение гемоглобина в опытной группе на 20,3 %

Таблица 2

Данные электролитного анализа крови первотелок

Показатель	До введения препарата		На 10-е сутки после введения препарата	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Na, ммоль/л	140,84±1,67	140,19±1,92	133,99±1,14 ** ‘	135,73±1,58 **
K, ммоль/л	4.63±0,24	4.59±0,76	4,44±0,30	4,56±0,31
Ca, ммоль/л	1,06±0,05	1,07±0,05	1,12±0,09	1,19±0,04
pH	7,67±0,03	7,67±0,05	7,60±0,12	7,69±0,08

Примечание: * – p<0,05, ** – p<0,01 относительно показателей на начало эксперимента.

по сравнению с показателями до опыта. Мы предполагаем, что такие изменения в картине красной крови говорят о нарушении, прежде всего, баланса в кормовом рационе (предположительно недостаток метионина, цистина, B_{12}, железа, меди, кобальта и др.) в сухостойный, а не в новотельный период. Данные изменения косвенно могут указывать на динамику снижения молочной продуктивности у коров в новотельный период вследствие развития гипоксии.

Изучая данные электролитного состава крови первотелок выявлено, что за изучаемый период произошло повышение уровня кальция в сыворотке крови у первотелок опытной группы на 5,3 %, у первотелок контрольной группы на 4,4 % (табл. 2).

Установлено, что в сыворотке крови опытных первотелок за период опыта достоверно снизилось содержания натрия на 4,9 %, а в контрольной группе на 3,2 %. Содержание кальция в опытной группе на 10-е сутки после отела было ниже на 5,9 %, чем в группе сравнения, при этом межгрупповая разница оказалась недостоверна, что подтверждает аналогичный клинический эффект.

Изучая биохимические показатели первотелок (табл. 3), стоит отметить, что достоверных изменений по показателям белкового обмена в опытной группе установлено не было. Однако в контрольной группе после опыта произошло достоверное снижение альбуминов на 7,28 % (p<0,05), при этом показатель общего белка в контрольной группе после опыта достоверно повысился на 9,24 % (p<0,05) за счет глобулиновой фракции.

Выявлено, что за изучаемый период произошло достоверное повышение содержания железа – на 66,29 % (p<0,01), по сравнению с фоновыми данными. У животных опытной группы данный показатель имел некоторую тенденцию к снижению и был ниже, чем в

Таблица 3

Биохимические показатели крови первотелок

Показатель	До введения препарата		На 10-е сутки после введения препарата	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Альбумины, г/л	24,72±2,11	27,73±1,42	26,21±2,53	25,71±2,09'
Общий белок, г/л	56,06±7,63	59,03±2,73	58,90±4,76	64,51±7,61'
Фосфор, ммоль/л	1,34±0,21	1,53±0,15	1,19±0,21	1,58±0,29
Железо, мкмоль/л	16,70±7,10	12,49±4,00	13,00±3,03'	20,77±5,14"
Магний, мкмоль/л	1,08±0,14	1,16±0,39	0,81±0,13	1,11±0,13
Цинк, мкмоль/л	4,09±3,21	3,88±1,87	5,79±2,12	3,75±1,77
Марганец, мкг/л	1,56±0,26	1,11±0,31	1,59±0,31	1,51±0,36
Селен, мкг/л	135,05±23,93	145,63	155,1±15,9**	157,1±23,7**
Витамин А, мкмоль/л	1,98±0,40	1,84±0,53	2,34±0,70*	2,15±0,58*
Витамин Е, мкмоль/л	10,33±3,21	9,38±2,87	14,97±3,62*	15,23±2,23*

Примечание: * – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001 относительно показателей до опыта. ' – p<0,001 – относительно показателей контрольной группы.

Таблица 4

Показатели качества молока первотелок

Показатель	На 10-е сутки после введения препарата	
	опыт	контроль
Массовая доля жира, %	3,81±0,16	3,82±0,15
Массовая доля белка, %	3,43±0,16	3,46±0,17
СОМО, %	8,74±0,12	8,76±0,22
Соматические клетки, тыс. ед./л	163,7±14,4	171,2±10,1

контрольной группе, однако при статистической обработке данных необходимого уровня достоверности достигнуто не было.

В опытной группе отмечено достоверное повышение содержание селена (на 14,8 %), витамина А (на 18,2 %) и витамина Е (на 45 %), в сравнении с фоновыми значениями. Достоверной межгрупповой разницы при этом не было установлено, что указывает на аналогичную эффективность изучаемой кормовой добавки относительно влияния на гомеостаз основных показателей минерального обмена коров. Положительные изменения в опытной группе связаны с высоким показателем содержания цинка в сыворотке крови первотелок, который на конец опыта достоверно превосходил показатели контроля на 54,4 % ($p<0,05$).

Мы предполагаем, что слабая положительная динамика отдельных биохимических показателей сыворотки крови опытных первотелок связана, прежде всего, с недостаточной биодоступностью минеральных компонентов кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток», часть которых затрачивается организмом на борьбу с имеющимися ацидотическими факторами риска кормления. Возможно, следует более тщательно отследить энергетическую составляющую кормовой добавки, так как углеводный обмен тесно связан с минеральным обменом, особенно у жвачных животных.

Обобщая полученные в результате общеклинических и биохимических исследований данные можно сказать, что кормовая добавка «GoldenFeed. Энергетический напиток» способствует повышению содержания в сыворотке крови коров цинка (выше на 54,4 % в сравнении с контролем), количество витамина А увеличилось у опытных животных, аналогично контрольным (достоверной межгрупповой разницы не установлено) на 18,2 %, а витамина Е на 44,9 %, количество селена также возрастает на 14,8 %.

Анализируя данные некоторых показателей качества молока, мы не выявили достоверных различий между группами, все показатели соответствовали физиологической норме (табл. 4).

По показателю среднесуточного удоя были выявлены некоторые отличия между контрольной и опытной группами. Так, согласно данным таблицы 5, установлено, что через 1 месяц после дачи кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток» молочная продуктивность у коров-первотелок в опытной и контрольной группе на 10-е сутки после отела достоверно увеличилась на 17,3 % и 18,8 % соответственно ($p<0,001$), то есть у первотелок опытной группы средне-

Таблица 5

Динамика среднесуточного удоя первотелок (л)

Период	Группа (n=10)	
	опыт	контроль
На 10-е сутки	27,67±1,8	25,37±1,86
На 30-е сутки	32,46±2,09***	30,15±2,20***
На 50-е сутки	35,64±3,40***	35,32±1,93***

Примечание: * – $p<0,05$; ** – $p<0,01$; *** – $p<0,001$ – по сравнению с показателями на начало опыта.

суточный удой за исследуемый период стал достоверно выше на 7,7 % по сравнению с контролем. В последующем, на 50-й день лактации молочная продуктивность у первотелок достоверно увеличилась в опытной и контрольной группе на 39,7 % и 39,2 % соответственно (p<0,001), межгрупповая разница при этом уже не прослеживалась.

Таким образом, можно сказать, что применение кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток» в постотельный период способствует большему (на 7,7 %) повышению показателя среднесуточного удоя в первые 10–30 дней лактации, в сравнении с контрольной группой.

В результате общеклинических и биохимических исследований можно сказать, что кормовая добавка «GoldenFeed. Энергетический напиток» способствует повышению уровня цинка (выше на 54,4 % в сравнении с контролем). Количество витамина А увеличилось у опытных животных, аналогично контрольным (достоверной межгрупповой разницы не установлено) на 18,2 %, а витамина Е на 44,9 %, количество селена выросло на 14,8 %.

Применение кормовой добавки «GoldenFeed. Энергетический напиток» в постотельный период способствует повышению (на 7,7 %) показателя среднесуточного удоя в первые 10–30 дней лактации, в сравнении с контрольной группой.

В совокупности вышеперечисленное указывает на то, что кормовая добавка «GoldenFeed» оказывает положительное влияние на отдельные показатели гомеостаза, на сохранность телят. Также имеется положительная тенденция к улучшению показателей среднесуточного удоя.

Список литературы

1. Британ М. Н. Имммунологический статус коров при лечении субклинического мастита альвеосолом / М. Н. Британ, К. А. Герцева, Е. В. Киселева, В. В. Кулаков, Э. О. Сайтханов // Молочно-хозяйственный вестник. 2019. № 4 (36). С. 21–30.

2. Бурых, А. А. Совершенствование методов диагностики субклинического эндометрита у коров / А. А. Бурых, Э. А. Гансе // Вестник АГАУ. 2018. №12 (170). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-metodov-diagnostiki-subklinicheskogo-endometrita-u-korov

3. Герцева К. А. Применение лоперамида в терапии неинфекционной алиментарной диареи у телят / К. А. Герцева, А. В. Ситчихина // Вестник Рязанского ГАТУ. № 1 (41). 2019. С. 12–18.

4. Крупин Е. О. Сравнительный анализ методов оценки комфортности условий среды и теплового стресса у животных / Е. О. Крупин // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2021. № 1(49). С. 8–12. DOI 10.24412/2074-5036-2021-1-8-12.

5. Кутафина Н. В. Биохимические особенности тромбоцитов у новорожденных телят черно-пестрой породы / Н. В. Кутафина, О. Н. Макурина, И. Н. Медведев // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2015. № 4(28). С. 3–6.

6. Письменный В. Л. Использование энергетической кормовой добавки «Лактопик-Энергия» в рационах новотельных коров / В. Л. Письменный, Н. А. Чепелев, Ю. В. Фурман // Вестник курской государственной сельскохозяйственной академии, 2010. №3, С. 35.

7. Романов К. И. Взаимосвязь концентрации продуктов перекисного окисления липидов в крови и молоке новотельных коров / К. И. Романов // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2018. № 3(39). С. 3–7.

8. Сайтханов Э. О. Болезни копытец крупного рогатого скота в современных животноводческих комплексах / Э. О. Сайтханов, В. В. Кулаков, Д. А. Кузнецов // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы. Материалы 65-й Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». 2014. С. 45–49.

9. Симонова Л. Н. Эффективность диагностики и комплексного лечения кетоза коров в условиях промышленного молочного производства / Л. Н. Симонова, Ю. И. Симонов // Известия ОГАУ. 2020. №6 (86). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-diagnostiki-i-kompleksnogo-lecheniya-ketoza-korov-v-usloviyah-promyshlennogo-molochnogo-proizvodstva

10. Урбах В. Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. / В. Ю. Урбах. М.: Медицина, 1975. 290 с.

DOI: 10.24412/2074-5036-2022-2-59-63
УДК 619:616-091:636.4
Ключевые слова: свиньи, патоморфологические изменения, корм, фумонизин
Key words: pigs, pathomorphological changes, feed, fumonisin

[1]Кудряшов А.А., [1]Балабанова В.И., [2]Максимов Т.П., [2]Пинжина Н.М.

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У СВИНЕЙ ПРИ ФУМОНИЗИНОВОМ ТОКСИКОЗЕ

PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN PIGS WITH FUMONISIN TOXICOSIS

[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины».
Адрес: 196084, Россия, Санкт-Петербург, Черниговская ул., 5.
St. Petersburg State University of Veterinary Medicine.
Address: 196084, Russia, Saint-Petersburg, Chernigovskaya str., 5.
[2]ООО «Биомин».
Адрес: 129226, Россия, Москва, ул. Докукина, 16/1.
"Biomin" LLC.
Address: 129226, Russia, Moscow, Dokukina str., 16/1.

Кудряшов Анатолий Алексеевич, д. в. н., проф., зав. кафедрой патологической анатомии и судебной ветеринарной медицины
Kudriashov Anatoly Alekseevich, Doctor of Veterinary Science, Professor, Head of the Pathologic Anatomy Department
Балабанова Виктория Игоревна, д. в. н., доцент кафедры патологической анатомии и судебной ветеринарной медицины. E-mail: patan2017@outlook.com
Balabanova Victoria Igorevna, Doctor of Veterinary Science, Associate Professor of the Pathologic Anatomy Department. E-mail: patan2017@outlook.com
Максимов Тимофей Петрович, к. в. н., директор по развитию бизнеса в Восточной Европе.
E-mail: t.maksimov@mail.ru
Maksimov Timothy Petrovich, PhD of Veterinary, Head of Performance Solutions Eastern Europe LLC.
E-mail: t.maksimov@mail.ru
Пинжина Наталья Михайловна, менеджер по продажам
Pinzhina Natalya Mikhailovna, Sales Manager

Аннотация. Цель работы – определить патоморфологические изменения у свиней при использовании корма, содержащего фумонизины. Материалом исследования послужили 16 поросят-отъемышей, павших в возрасте 27–45 дней, и пробы полнорационного гранулированного комбикорма СК-3 – престартера для поросят в возрасте 10–42 дня, скармливаемого в группах исследованных животных. Провели патологоанатомическое исследование и гистологическое исследование образцов легких, печени и почек. Провели исследование корма на наличие фумонизинов методом высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии (ВЭЖХ-МС/МС); Agillent 1290/AB SCIEX Triple Quad 5500 ГОСТ 34140-2017. В результате исследования установили: в организм исследованных поросят в сутки с комбикормом поступало около 4 мкг фумонизинов на 1 кг веса при допустимой норме 2 мкг/кг, т. е. суточная доза фумонизинов превышала допустимую дозу в 2 раза. На вскрытии у поросят установили отек легких, «асфиктическое сердце», белковую дистрофию печени с очагами некроза, катаральный энтерит, мутное набухание почек. Гистологическим исследованием в печени поросят установили зернистую дистрофию и некроз гепатоцитов, а у отдельных животных также лейкоцитарную инфильтрацию паренхимы, в почках, в клетках эпителия почечных каналец – зернистую дистрофию и некроз, в легких – скопление отечной жидкости в альвеолах и бронхах.

Summary. *The aim of the work is to determine pathomorphological changes in pigs when using feed containing fumonisins. The material of the study was 16 weaned piglets that died at the age of 27–45 days, and samples of full-fledged granular mixed feed SK-3 – prestarter for piglets aged 10–42 days, fed in groups of the studied animals. Pathoanatomic examination and histological examination of lung, liver and kidney samples were performed. Conducted a study of the feed for the presence of fumonisins by high-performance liquid chromatography-mass spectrometry (HPLC-MS/MS); Agillent 1290/AB SCIEX Triple Quad 5500 GOST 34140-2017. As a result of the study, it was established that about 4 micrograms of fumonisins per 1 kg of weight were received into the body of the studied piglets per day with mixed feed at an acceptable rate of 2 micrograms / kg, i. e. the daily dose of fumonisins exceeded the permissible dose by 2 times. At the autopsy, pulmonary edema, "asphyxiated heart", protein liver dystrophy with foci of necrosis, catarrhal enteritis, cloudy swelling of the kidneys were found in piglets. Histological examination in the liver of piglets revealed granular dystrophy and necrosis of hepatocytes, and in some animals also leukocyte infiltration of parenchyma, in the kidneys, in the epithelial cells of the renal tubules – granular dystrophy and necrosis, in the lungs – accumulation of edematous fluid in the alveoli and bronchi.*

Введение

Микотоксины, одними из которых являются фумонизины, – это вторичные метаболиты с низкой молекулярной массой, вырабатываемые нитевидными грибами. Наиболее важные группы микотоксинов, обнаруживаемых в кормах, продуцируются тремя родами грибов: *Aspergillus, Penicillium* и *Fusarium*. Домашняя птица, свиньи, а также водные позвоночные очень чувствительны к микотоксинам. Микотоксины наносят огромный экономический ущерб, приводя к увеличению затрат на ветеринарную помощь и к уменьшению производства продукции животноводства [9].

В 15 странах Евросоюза, а также в Беларуси, Великобритании и России на основании анализа результатов исследования была получена репрезентативная картина, отражающая риск контаминации кормов грибами и их токсинами. В течение вегетационного периода 2020 года погодные условия на европейской территории сильно варьировались по температуре и влажности, что привело, в конечном итоге, к наличию в кормах, заготовленных в разных регионах, плесневых грибов и их метаболитов. Так, в 80,7 % образцов выявили фумонизины [4]. Фумонизины представляют собой группу токсичных и канцерогенных микотоксинов, продуцируемых грибом *Fusarium verticillioides* (ранее называемым *F. moniliforme*), являющимся конидиальной стадией развития (анаморфой) возбудителя фузариоза – заболевания початков кукурузы [1]. H. Schertz, S. Dänicke et al. [10] считают, что микотоксин фумонизин B1 (FB1) вызывает нарушение метаболизма сфинголипида, приводящее к легочным, печеночным и иммунологическим «поражениям» у свиней. После приема корма, содержащего фумонизин, кишечные эпителиальные клетки подвергаются воздействию токсина. Хотя FB1 плохо всасывается и метаболизируется в кишечнике, он вызывает патологические изменения в кишечнике и других органах, а именно отек легких и лейкоэнцефаломаляцию. Основным токсикологическим эффектом FB1, зарегистрированным in vivo и in vitro, является накопление сфингоидных оснований, связанных с разрушением сложных сфинголипидов. Это нарушение пути биосинтеза сфинголипидов объясняет такие токсикологические эффекты, как изменение жизнеспособности и пролиферации кишечных эпителиальных клеток, изменение продукции цитокинов и изменение функции кишечного физического барьера [6]. B. M. Colvin et al. [7] сообщают об отеке легких и гепатоцеллюлярном некрозе, как о следствии токсикоза, вызванного фумонизином B1, а J. T. Gebhardt, M. D. Tokach et al. [9] – о завороте кишок при данном микотоксикозе. Летальные исходы возникают в результате нарушений сердечно-легочной динамики, приводящих к острому отеку легких. Систематизированных сведений о патоморфологии фумонизинового токсикоза в литературе найти не удалось. Учитывая актуальность проблематики микотоксикозов, в частности фумонизинового токсикоза, и недостаток научной информации по патоморфологии этой болезни, сформулирована цель данной работы – определить патоморфологические изменения у свиней при использовании корма, содержащего фумонизины.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили 16 поросят-отъемышей, павших в возрасте 27–45 дней, и пробы полнорационного гранулированного комбикорма СК-3 – престартера для поросят в возрасте 10–42 дня, скармливаемого в группах исследованных животных. Провели патологоанатомическое исследование, применив метод «полной эвисцерации» по Г. В. Шору. У поросят при вскрытии отобрали образцы легких, печени и почек для гистологического исследования. Гистологические срезы готовили по общепринятой методике [3]. Патологический материал фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина. Затем проводили заливку в парафин и на ротационном микротоме изготовили срезы толщиной 5–7 мкм. Срезы окрасили гематоксилином и эозином. Изучение гистологических препаратов провели при помощи светооптического микроскопа «Микмед-5» ЛОМО при увеличении 400 и 600. Микрофотографирование проводили при помощи цифровой камеры Touptek Photonic FMA050.

Исследование на наличие фумонизинов в кормах проведено в лаборатории

Рис. 1. Поросенок, 35 дней. Фумонизиновый токсикоз. Отек легких – вид с поверхности.

Рис. 2. Поросенок, 35 дней. Фумонизиновый токсикоз. Отек легких – вид на разрезе.

Рис. 3. Поросенок, 32 дня. Фумонизиновый токсикоз. Катаральный энтерит.

Рис. 4. Поросенок, 40 дней. Фумонизиновый токсикоз. Печень. Гепатоз.

Рис. 5. Поросенок, 40 дней. Фумонизиновый токсикоз. Кровоизлияния в почках.

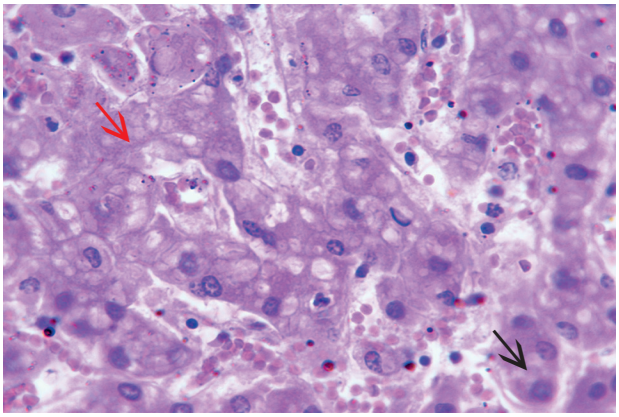


Рис. 6. Поросенок, 40 дней. Фумонизиновый токсикоз. Гистосрез печени. Белковая дистрофия (черная стрелка), некроз (красная стрелка). Ув. 600. Окраска гематоксилином и эозином.

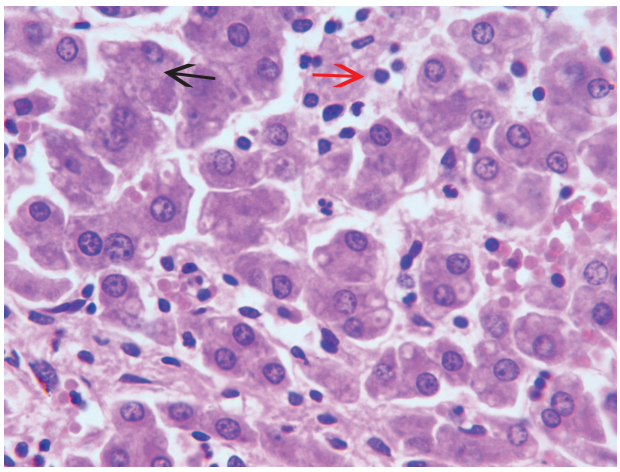


Рис. 7. Поросенок, 38 дней. Фумонизиновый токсикоз. Гистосрез печени. Белковая дистрофия (черная стрелка), лейкоцитарная инфильтрация (красная стрелка). Ув. 600. Окраска гематоксилином и эозином.

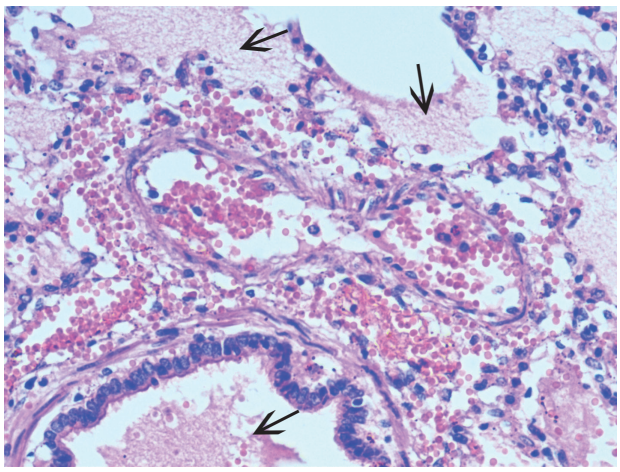


Рис. 8. Поросенок, 35 дней. Фумонизиновый токсикоз. Гистосрез легкого. Отек (стрелки). Ув 400. Окраска гематоксилином и эозином.

БИОМИН при Всероссийском научно-исследовательском и технологическом институте птицеводства (ВНИТИП) в г. Сергиев Посад. Метод исследования – высокоэффективная жидкостная хромато-масс-спектрометрия (ВЭЖХ-МС/МС); Agillent 1290/AB SCIEX Triple Quad 5500 ГОСТ 34140-2017.

Результаты исследования

Результаты микотоксикологического исследования

Протоколом проведенных исследований в лаборатории БИОМИН при Всероссийском научно-исследовательском и технологическом институте птицеводства в пробах комбикорма СК-3 установлено содержание микотоксинов: FB1 (фумонизин B1) – 33,97 мкг/кг; FB2 (фумонизин B2) – 15,72 мкг/кг; FB3 (фумонизин B3) – 5,00 мкг/кг.

Результаты патологоанатомического исследования

У всех поросят обнаружили отек легких: легкие были немного увеличены в объеме – занимали заметно более 2/3 объема плевральных полостей, имели уплотненную консистенцию, у многих животных междольковые перегородки были расширены за счет скопления в них отечной жидкости (рисунки 1, 2).

В бронхах находилась пенистая жидкость. Наряду с отеком легких имело место «асфиктическое» сердце: полости его правой половины были расширены и наполнены рыхло свернувшейся и жидкой кровью.

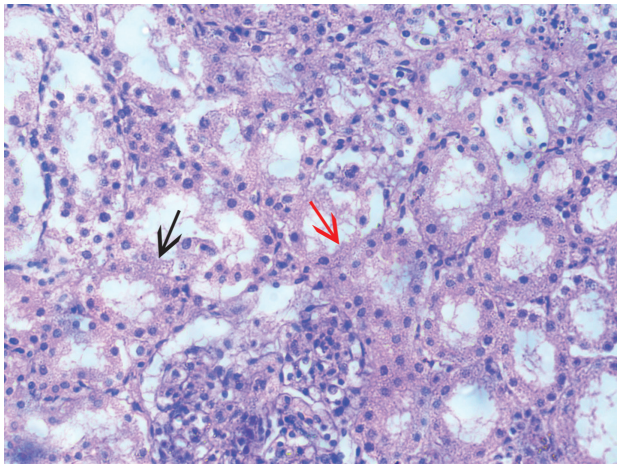


Рис. 9. Поросенок, 38 дней. Фумонизиновый токсикоз. Гистосрез почки. Зернистая дистрофия (черная стрелка), некроз (красная стрелка) клеток.Ув. 400. Окраска гематоксилином и эозином.

У большинства поросят установили катаральный энтерит: стенка всей тонкой кишки или ее отдельных петель с регионарными лимфоузлами имели красный цвет (рисунок 3). Слизистая оболочка тонкой кишки или ее отдельных петель также имела красный цвет, была набухшей и обильно покрытой слизью.

В печени у половины животных установили острую венозную гиперемию, у другой половины обнаружили патологоанатомические изменения, свойственные гепатозу, – белковую дистрофию печени с очагами некроза (рисунок 4). У большинства поросят обнаружили мутное набухание почек, у отдельных животных – точечные кровоизлияния в коре (рисунок 5).

Результаты гистологического исследования

Результаты гистологического исследования частично подтверждают результаты патологоанатомического исследования. В гистологических препаратах печени у большинства поросят обнаружены белковая (зернистая и водяночная) дистрофия и некроз гепатоцитов (рисунок 6). У отдельных поросят установлены изменения, свойственные острому реактивному гепатиту: белковая дистрофия и некроз гепатоцитов, а также лейкоцитарная инфильтрация паренхимы (рисунок 7). В легких – скопление отечной жидкости в альвеолах и бронхах (рисунок 8). В почках, в клетках эпителия почечных каналец – зернистая дистрофия и некроз (рисунок 9).

Обсуждение результатов

Для суждения о токсичности корма использовали источник информации, где сообщено, что риски фумонизина были оценены Международной программой по химической безопасности Всемирной организации здравоохранения и Научным комитетом по продовольствию Европейской комиссии. Была определена допустимая суточная доза для FB1, FB2, FB3 отдельно или в комбинации: 2 мкг/кг массы тела [8].

Касаемо поросят, исследованных нами: на четвертой – пятой неделе жизни поросенок съедает 500–600 г комбикорма в сутки [2]. В таком количестве корма, потребленного исследованными поросятами, содержалось фумонизина B_1, фумонизина B_2 и фумонизина B_3 в комбинации 55,49 мкг на 1 кг, т. е. в сутки поросята получали 28–34 мкг, в среднем 33 мкг фумонизинов. Средняя масса поросят в возрасте 30–40 дней составляет 8,5 кг [5]. Следовательно, в сутки с комбикормом в организм поросят поступало около 4 мкг фумонизинов на 1 кг веса при допустимой норме 2 мкг/кг, т. е. суточная доза фумонизинов превышала допустимую дозу в 2 раза.

Выводы

1. В организм исследованных поросят в сутки с комбикормом поступало около 4 мкг фумонизинов на 1 кг веса при допустимой норме 2 мкг/кг, т. е. суточная доза фумонизинов превышала допустимую дозу в 2 раза.

2. При фумонизиновом токсикозе у поросят на вскрытии установили отек легких, «асфиктическое сердце», белковую дистрофию печени с очагами некроза, катаральный энтерит, мутное набухание почек.

3. При фумонизиновом токсикозе гистологическим исследованием в печени поросят установили зернистую дистрофию и некроз гепатоцитов, а у отдельных животных также лейкоцитарную инфильтрацию паренхимы, в почках, в клетках эпителия почечных каналец – зернистую дистрофию и некроз, в легких – скопление отечной жидкости в альвеолах и бронхах.

Список литературы

1. Борутова Р. Микотоксины: беспечность недопустима / Р. Борутова, Г. Айдинян // Животноводство России. 2021, № 4. С. 54–59.

2. Дневная норма комбикорма для свиньи. // Сайт «Агровитэкс» https://agrovitex.ru/articles/dnevnaya-norma-kombikorma-dlya-svini

3. Меркулов Г. А. Курс патогистологической техники. / Г. А. Меркулов. Л.: Медицина, 1969. 423 с.

4. Симонова Е. И. Распространение основных микотоксинов в кормовом сырье и их характеристика / Е. И. Симонова, К. М. Кондрашкина, Е. О. Рысцова, М. В. Большакова // Бюллетень науки и практики, 2020. Т. 6. № 1. С. 168–177.

5. Средняя масса свиньи в разном возрасте. // Сайт «Мистер хвост» https://mrhvost.com/podrobnaa-tablica-vesa-porosat-po-mesacam-skolko-dolzen-vesit-porosenok.

6. Bouhet S. The intestine as a possible target for fumonisin toxicity / S. Bouhet, I. P. Oswald // Mol. Nutr. Food Res., 2007. – V. 51(8). – P. 925-931. doi: 10.1002/mnfr.200600266.

7. Colvin B. M. Fumonisin toxicosis in swine: clinical and pathologic findings / B. M. Colvin, A. J. Cooley, R. W. Beaver // J. Vet, Diagn. Invest., 1993. V. 5(2). P. 232–241. doi: 10.1177/104063879300500215.

8. Fumonisin. https://www.hmong.press/wiki/Fumonisin_B1.

9. Gebhardt J. T. Postweaning mortality in commercial swine production. I: review of non-infectious contributing factors / J. T. Gebhardt, M. D. Tokach, S. S. Dritz et al. // Transl. Anim. Sci., 2020. V. 4(2): txaa 068. doi: 10.1093/tas/txaa068.

10. Schertz H. Biomarker Evaluation and Toxic Effects of an Acute Oral and Systemic Fumonisin Exposure of Pigs with a Special Focus on Dietary Fumonisin Esterase Supplementation / H. Schertz, S. Dänicke, J. Frahm, D. Schatzmayr, I. Dohnal, G. Bichl, H. E. Schwartz-Zimmermann et al. // Biomarker. Toxins (Basel), 2018. V. 10(7). P. 296 doi: 10.3390/toxins10070296.

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЖУРНАЛЕ фундаментальных и прикладных исследований «Актуальные вопросы ветеринарной биологии»

1. Полная информация о журнале и архив номеров: http://invetbio.spb.ru/journal/vp_main.htm

2. Правила для авторов, подготовка материалов, оформление статьи, сопроводительное письмо: http://invetbio.spb.ru/journal/vb_avtor.htm (полная версия).

Важным условием для принятия материалов в журнал «Актуальные вопросы ветеринарной биологии» является их соответствие правилам журнала (см. полную версию). При наличии значительных отклонений от правил, направленные материалы рассматриваться не будут.

Материалы следует присылать по электронной почте: virclin@mail.ru. Электронный вариант статьи рассматривается как оригинал. ***Сопроводительное письмо:*** К материалам статьи необходимо приложить сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала «Актуальные вопросы ветеринарной биологии» Чуваева И. В. Скачайте письмо, заполните его, распечатайте, подпишите у авторов и у руководителя организации/учреждения, поставьте круглую печать организации, отсканируйте письмо и вместе со статьей пришлите в редакцию.

Шаблон письма: http://invetbio.spb.ru/journal/SoprovoPis.doc

Задать вопрос о статусе статьи и пр. можно по электронной почте: virclin@mail.ru

3. Авторские права:

Авторы должны гарантировать, что поданные в журнал материалы не были ранее опубликованы. Авторы должны быть согласны с автоматическим переходом их авторских прав к журналу «Актуальные вопросы ветеринарной биологии» в момент принятия статьи к печати. С этого момента весь приведенный в статье материал не может быть опубликован авторами полностью или по частям в любой форме, в любом месте и на любом языке без согласования с руководством журнала. Исключением могут являться:

- предварительная или последующая публикация материалов статьи в виде тезисов или короткого резюме;
- использование материалов статьи как части лекции или обзора;
- использование автором представленных в журнал материалов при написании диссертации, книги или монографии.

4. Оплата за публикацию статей:

При соблюдении настоящих правил, рецензирование статьи и ее публикация является бесплатной для авторов и учреждений, в которых они работают. Редакция может потребовать оплату в следующих случаях:

1. за публикацию цветных иллюстраций;
2. за большое количество иллюстративного материала (свыше 5-ти иллюстраций);
3. за размещение рекламной информации;
4. за повторную подачу материала в редакцию, в случае если статья (по результатам рецензирования) была отправлена автору на доработку;
5. за пользование платными услугами редакции.

Платные услуги, их стоимость и условия оплаты:

http://invetbio.spb.ru/journal/vb_platusluga.htm

5. Рецензирование статей:

Все материалы, поступающие в редакцию, для публикации в журнале, проходят рецензирование. Рецензирование осуществляется ведущими профильными специалистами (докторами и кандидатами наук).

6. Подписка и приобретение журнала или отдельных статей, в том числе электронных версий: http://invetbio.spb.ru/journal/vb_podpiska.htm

7. Информация для рекламодателей: http://invetbio.spb.ru/journal/vb_reklam.htm