ISSN 0042 – 4846

ВЕТЕРИНАРИЯ

7 • 2025 18+

ВЕТБИОХИМ

Вакцина против клостридиозов овец и крупного рогатого скота поливалентная инактивированная

КЛОСТБОВАК-8

Вакцина вызывает формирование иммунитета у крупного рогатого скота и овец против:

- эмфизематозного карбункула,
- брадзота,
- злокачественного отека,
- некротического гепатита,
- анаэробной дизентерии ягнят,
- энтеротоксемии,
- синдрома «размягченной» почки и столбняка

www.vetbio.ru info@vetbio.ru
+7 (495) 640-1714, +7 (800) 777-9814

ВЕТЕРИНАРИЯ 7 • 2025

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
УЧРЕЖДЕН МИНИСТЕРСТВОМ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА "ВЕТЕРИНАРИЯ"»

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В МАЕ 1924 г. МОСКВА

В НОМЕРЕ

IN THE ISSUE

"VETERINARY MEDICINE JOURNAL"printed in over 4 thousand copies and having subscribers in more than 40 countries worldwide, publishes advertisements at contractual prices.
For suggestions, please contact: "Veterinariia" journal, Ryazansky prospect, 24, Moscow, 109428, Russia.
e-mail: anovet24@yandex.ru

Подписано к печати 25.06.2025.
Формат 70x100 1/16.
Бумага офсетная № 1.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,2.
Заказ 25-0288.

Адрес редакции журнала «Ветеринария»:
109428, Москва,
Рязанский проспект, д. 24, корп. 1.
e-mail: anovet24@yandex.ru
www. journalveterinariya.ru

Адрес издателя –
АНО «Редакция журнала «Ветеринария»:
109428, Москва,
Рязанский проспект, д. 24, корп. 1.

С предложениями
о размещении
РЕКЛАМЫ
e-mail: anovet24@yandex.ru

Отпечатано в типографии
ООО «Типография»
Кантемировская ул., д. 60
tipografia.moscow

УДК 619:616.98:636.32/38

АНЕМИЯ У ОВЕЦ, ВЫЗВАННАЯ *MYCOPLASMA OVIS* (РАНЕЕ ЭПЕРИТРОЗООНОЗ)

Евгения Анатольевна Журавлёва, научный сотрудник, zhuravleva.zhenya@gmail.com
Ольга Евгеньевна Мальцева, к.б.н., научный консультант, malcevaoe@gmail.com
Светлана Валерьевна Алексеенкова, к.б.н., ведущий научный сотрудник, a97865342a@yandex.ru
Максим Николаевич Лощинин, к.в.н., ведущий научный сотрудник, viev.lmn@mail.ru
ФГБНУ «ФНЦ – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН» (г. Москва)

Mycoplasma ovis (ранее *Eperythrozoon ovis*, возбудитель эперитрозооноза) относится к роду *Mycoplasma* и является гемотропной бактерией. Способна поражать эритроциты, эндотелий стенок сосудов, вызывая нарушения свертываемости крови. Согласно зарубежным литературным источникам, заболевание широко распространено в регионах разведения овец и коз. Передача *M. ovis* осуществляется через укусы кровососущих насекомых или загрязненные кровью инструменты. Спустя 6 – 7 недель после контакта с зараженной кровью у животных развивается гемолитическая анемия, они плохо набирают массу. Течение болезни часто бывает бессимптомным. Возбудителя можно обнаружить световой микроскопией или молекулярно-генетическим методом. Длительное инфицирование вызывает нестерильный иммунитет, уменьшая количество возбудителя в крови и затрудняя диагностику. Классическое исследование в ПЦР предполагает тестирование большого видового разнообразия гемотропных бактерий и протистов, что доступно не многим лабораториям. В статье представлены данные рутинного гематологического исследования крови клинически здоровых овец, ранее привезенных из-за границы. У них выявили необычную форму анемии, не связанную с условиями кормления либо их статусом. В мазках крови обнаружили две копии предположительно протистов на 100 полей зрения микроскопа, что свидетельствовало о хроническом течении инфекции. В дальнейшем при молекулярно-генетическом исследовании установили гемотропную микоплазму *Mycoplasma ovis*. Последовательность нуклеотидов была депонирована в Genbank NCBI под номером *Mycoplasma* PV241678. **Ключевые слова**: анемия, микоплазмы, овцы.

Anemia in sheep caused by Mycoplasma ovis (formerly eperythrozoon ovis)

E.A. Zhuravleva, Researcher
O.E. Malceva, PhD in Biology, Researcher
S.V. Alexeyenkova, PhD in Biology, Leading researcher
M.N. Loschinin, PhD in Veterinary Science, Lead researcher
All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scryabin and Ya.R. Kovalenko of the RAS (Moscow)

Mycoplasma ovis (formerly *Eperythrozoon ovis*), genus *Mycoplasma* is a haemotropic bacterium that affects red blood cells. According to some data, pathogens of this group are capable of affecting the endothelium of the blood vessel, causing blood clotting disorders. According to research, it is widespread in breeding sheep and goats. Transmission of *M. ovis* occurs from bites of blood-sucking insects or from blood-contaminated instruments. The disease usually presents within 6 – 7 weeks after contact with infected blood. Animals develop hemolytic anemia and do not gain weight. The disease is often asymptomatic. The pathogen can be detected using light microscopy or molecular genetic methods. However, long-term infection causes non-sterile immunity, reducing the amount of pathogen in the blood and complicating diagnosis by light microscopy. Classical PCR testing involves the study of a wide diversity of haemotropic bacteria and protists, which are not available in many laboratories. Routine hematological examination of blood in clinically healthy sheep previously imported from abroad revealed an unusual form of anemia which could not be explained by feeding conditions or their breeding status. In blood smears, protozoa in quantity 2 ps. per 100 eyepiece FOV (Microscope field of view) was detected, indicating a chronic course of the infection. Further molecular genetic testing revealed haemotropic mycoplasma (*Mycoplasma ovis*). The nucleotide sequence was deposited in NCBI Genbank under the accession number Mycoplasma PV241678. **Key words:** anemia, mycoplasmacetae, sheep.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.03-08

Гемотропные микоплазмы – широко распространенные паразиты отряда *Mycoplasmatales*, поражающие эритроциты. Передача их происходит через укусы кровососущих насекомых или с загрязненными кровью инструментами. Возбудитель *M. ovis* поражает овец, вызывая гемолитическую анемию и потерю массы тела, делая невозможным раскрытие полного генетического потенциала у племенных животных. Заболевание особенно тяжело проте-

кает у овец и коз с иммуносупрессией, вызванной лентивирусами мелких жвачных. Профилактическая вакцинация могла бы решить проблему, так как присутствующий в крови возбудитель вызывает нестерильный иммунитет, сдерживая на какое-то время развитие инфекции и предотвращая повторное заражение (характерная особенность практически всех паразитов крови). Разработку вакцин сдерживает отсутствие подходящей системы для изготовления препаративных количеств *M. ovis* и особенность биологии возбудителя. В нашей стране заболевания сельскохозяйственных животных, вызванные гемотропными микоплазмами и другими паразитами крови, остаются недостаточно освещенными из-за отсутствия практикующих специалистов в данной сфере и слабой осведомленности ветеринарных врачей.

Современная таксономия рода *Mycoplasma* дополнена родами, ранее известными как *Haemobartonella* и *Eperythrozoon*. У гемоплазм отсутствует клеточная стенка, используется терминаторный кодон UGA для кодирования триптофана, имеется высококонсервативный участок генома 16S рРНК. Виды с отсутствием полной характеристики на основе вышеперечисленных признаков получили обозначение «кандидат».

Гемоплазмы поражают многие виды позвоночных (табл. 1). Морфологически они представлены палочковидными, кольцевидными структурами, которые располагаются по отдельности или собраны в цепочку на стенке эритроцита, через которую при определенных условиях они могут проникать. Гемотропные микоплазмы из-за отсутствия клеточной стенки окрашиваются грамотрицательно, ни одну из них не смогли культивировать *in vitro*, что делает попытки изготовления вакцинных препаратов серьезным испытанием.

Помимо разного тропизма к клеткам хозяина, эти организмы различаются по своей способности вызывать гемолитическую анемию [6]. Некоторые виды гемотропных микоплазм также способны поражать эндотелий стенок сосудов, вызывая нарушения свертываемости крови [11]. Заболевание обычно наступает в течение 6 – 7 недель после контакта с зараженной кровью. У животных развивается гемолитическая анемия, отмечают плохие привесы. Течение болезни часто бывает бессимптомным. Согласно зарубежным источникам эперитрозооноз широко распространен в регионах разведения овец и коз [1, 5, 7, 9, 10, 12]. В европейской части СССР первое упоминание о паразите и клиническом проявлении болезни было сделано в 1964 г.,

Таблица 1

Гемотропные микоплазмы животных

Вид животных	Вид гемотропных микоплазм
Собаки	*Mycoplasma haemocanis* (Ранее *Haemobartonella canis*), кандидат *Mycoplasma haematoparvum*
Кошки	*Mycoplasma haemofelis* (ранее *Haemobartonella felis*), кандидат *Mycoplasma haemominutum*, кандидат *Mycoplasma turicensis*
Свиньи	*Mycoplasma suis* (ранее *Eperythrozoon suis*), кандидат Mycoplasma *haemosuis*, *Mycoplasma parvum* (ранее *Eperythrozoon parvum*), кандидат *Mycoplasma haemoparvum*
Коровы	*Mycoplasma wenyonii, кандидат Mycoplasma haemobos*
Овцы и козы	*Mycoplasma ovis* (ранее *Eperythrozoon ovis*), кандидат *Mycoplasma haemovis*
Ламы и альпаки	кандидат *Mycoplasma haemolamae*
Олени	кандидат *M. haemocervae*, кандидат *M. erythrocervae*

в Средней Азии в 1969 г. [2, 3]. В современной России отсутствует упоминание о данном возбудителе.

Основным вектором передачи паразита большинство авторов считают *Melophagus ovinus* (овечий рунец) и других кровососущих переносчиков, таких как клещи [9]. Экспериментальная передача возбудителя была продемонстрирована клещами *H. plumbeum* и *Rh. bursa* [1]. Переносчиками могут быть кусающие мухи *Stomoxys calcitrans, Tabanus bovinus* и *Haematobia irritans* [9]. Возможна трансплацентарная передача *M. ovis* у мелкого рогатого скота и риск таковой у крупного рогатого скота, хотя остается неясным инфицирование репродуктивных органов [7].

После попадания в организм *M. ovis* проникает в костный мозг, где происходит размножение возбудителя. Инкубационный период составляет 5 – 12 дней до появления паразитемии и зависит от инфицирующей дозы. Между 8 и 30 сутками после заражения наблюдают пик паразитемии, совпадающий с таковым анемии. Гемоплазма вырабатывает фермент, провоцирующий лизис эритроцитов. Деформация мембраны эритроцитов и их повышенная хрупкость приводят к нарушению гемодинамики, эритрофагоцитозу и гемолитической анемии. Иммунные реакции – неотъемлемая часть инфекции *M. ovis.* Организм вырабатывает антитела к собственным эритроцитам, вызывая их повреждение и фагоцитоз. Ранее инфицированные животные остаются устойчивыми к повторному заражению. В это время в организме развивается персистирующая инфекция, важная для адаптации и выживания гемоплазм [8, 14].

Материалы и методы. В опытах от овец породы суффолк (n=10), естественно инфицированных *Mycoplasma ovis*, отбирали пробы крови из яремной вены в пробирки с ЭДТА. Для гематологического анализа исследовали цельную кровь, взятую не позже 12 часов, а для молекулярно-генетического – плазму крови, во избежание чрезмерной контаминации образцов ДНК хозяина. Гематологический анализ выполняли с помощью автоматического гематологического анализатора Micro CC-20 Plus Vet (США) с набором реагентов производства фирмы «КДС» (Россия). Использовали контрольные материалы Para 12 Extend фирмы Streck (США). Мазки крови окрашивали красителями Дифко фирмы «Агат-Мед» (Россия) и просматривали с увеличением x2000 с иммерсией на микроскопе Zeiss axio imager M1.

Статистический анализ проводили с применением программы StatTech v. 4.7.3 (разработчик – © ООО Статтех, Россия, 2025). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3).

Геномную ДНК выделяли из 50 мкл цельной крови с помощью набора «Рибо-Сорб» *AmpliSens*» фирмы «Интерлабсервис» (Россия). Амплификацию осуществляли с использованием набора реагентов Dream Tag Green Master mix (2x) фирмы Thermo scientific (США) и универсальных праймеров к возбудителям *Anaplasma spp., Babesia spp., Teileria spp.*, изготовленных в НКП «Синтол» (Россия) (табл. 2). Этапы ПЦР включали: первичную денатурацию 98 ^{0}C 45 с – 1 цикл; денатурацию 98 ^{0}C 10 с – 30 циклов; отжиг праймеров 52 – 65 ^{0}C – 30 циклов; элонгацию 72 ^{0}C (20 – 30 с/кб) – 30 циклов.

Амплифицированные образцы анализировали гель электрофорезом (120 V/208 mA) в 1,5%-ном агарозном геле с добавлением этидиума бромида фирмы Sigma (США) и учитывали на трансиллюминаторе при длине волны 312 нм.

Таблица 2

Праймеры, используемые для идентификации *Anaplasma spp.*, *Babesia spp.* и *Teileria spp.*

Вид	Участок/Размер	Праймер	Температура отжига, ^{0}C
Anaplasma spp. [6]	16S rRNA/1400	EE1: TCCTGGCTCAGAACGAACGCTGGCGGC EE2: AGTCACTGACCCAACCTTAAATGGCTG	55
Babesia spp. [17]	18S rDNA/561	ПЦР 1 F:CCTGAGAAACGGCTACCACAT CT R:TTGCGACCATACTCCCC CA ПЦР 2 F:GTCTTGTAATTGGAATGATGG R:CCAAAGACTTTGATT TCTCTC	68 60
Teileria spp. A [5]	18S rDNA/1100 п.н.	F: GGTAATTCCAGCTCCAATAG R: ACCAACAAAATAGAACCAAAGTC	52

Метагеномное секвенирование образцов выполнено ООО «Биоспарк» на приборе Illumina nextSeq, с применением реагентов Reagent kit for illumine v 2.5 Hi output фирмы Illumina (США). Длина прочтений – 2x250. Файлы формата Fastq в дальнейшем обрабатывали с помощью программного обеспечения Bioconda, контроль качества прочтений – программы FASTQS с Quality Score не меньше 40. Таксономический анализ осуществляли в программе Kraken 2.0. [13]. В дополнение обработанные данные анализировали в web BLAST, Expasy, Qlustal Omega. За референсный штамм принимали *Mycoplasma ovis str. Michigan*, номер Genbank CP006935.1

Результаты исследований. У клинически здоровых привезенных из-за границы овец, после прохождения карантина с отрицательными результатами по карантинным инфекциям (бруцеллез, эпидидимит, маеди-висна/артрит-энцефалит, блютанг, болезнь Шмалленберга, листериоз, паратуберкулез, туберкулез), через месяц во время рутинного гематологического обследования обнаружили анемию необычного типа. Кроме экстремально низких гемоглобина и эритроцитов у животных наблюдали высокий уровень тромбоцитов, свидетельствующий о повреждении сосудов. Содержание гемоглобина в эритроците превышало норму в четыре раза (табл. 3). Уровень лактатдегидрогеназы был выше референсных значений более чем в 5 – 6 раз. Часть показателей могла свидетельствовать о макроцитарной анемии, возникающей при недостатке фолиевой кислоты и B_{12}, но это состоя-

Таблица 3

Гематологические показатели овец, больных *Mycoplasma ovis*, n=10

Показатель	Норма	Me	$Q_1 - Q_3$	Min	Max
Гемоглобин, г/л	90 – 150	74,50	55,25 – 102,00	41,00	121,00
Эритроциты, 10^{12}/л	5,8 – 15,0	1,86	1,52 – 3,24	0,95	4,77
*Лейкоциты, 10^9/л	4,0 – 12,0	8,75	7,48 – 11,43	4,40	15,27
Гематокрит, %	27 – 45	10,40	6,17 – 14,73	3,90	19,80
Гранулоциты, 10^9/л	0,7 – 6,0	1,17	0,64 – 3,24	0,05	7,03
Лимфоциты, 10^9/л	2,0 – 9,0	5,18	4,23 – 8,91	2,61	13,42
Тромбоциты, 10^9/л	250 – 750	1547,00	806,25 – 2074,00	604,00	4600,00
Степень отклонения эритроцитов от нормального значения (анизоцитоз), %	10 – 15	4,25	3,65 – 5,50	3,60	10,70
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л	320 – 360	764,00	603,25 – 1184,25	277,00	1963,00

ние характеризуется эритроцитозом. Рацион содержал достаточное количество энергии (не менее 8 мегаджоулей на животное), поэтому состояние овец не было обусловлено нарушением кормления. Проведение дополнительных исследований по карантинным инфекциям признали нецелесообразным.

В мазке крови зарегистрировали бледные с низким содержанием гемоглобина эритроциты. Обнаружили две копии предположительно протистов на 100 полей зрения микроскопа. ПЦР на возбудителей *Babesia spp.*, *Teileria spp.*, *Anaplasma spp.*, как наиболее возможную причину анемии, показала отрицательный результат. Дальнейшее тестирование с помощью рутинной ПЦР признали нецелесообразным ввиду ограниченного времени.

После этого решили провести метагеномное исследование, которое выявило наличие у животных гемотропной микоплазмы *M. ovis*. Филогенетическое исследование показало родство с изолятом *Michigan M. ovis*, выделенным в США и представляющим собой комбинацию двух копий 16S рРНК гена, одну – относящуюся к *M.* ovis и другую – к «кандидату *Mycoplasma haemovis*». Последовательность нуклеотидов была депонирована в Genbank NCBI под номером *Mycoplasma* PV241678.

Для лечения овец рекомендовали антибиотики группы тетрациклинов и глюкортикостероиды для уменьшения аутоиммунных реакций и снижения фагоцитоза эритроцитов. Животные даже после терапии остаются носителями и при неблагоприятных условиях возможна манифестация инфекции, особенно у особей с иммуносупрессиями, вызванными лентивирусами мелких жвачных.

Заключение. В 2025 г. на территории РФ было зарегистрировано заболевание ранее известное как эперитрозооноз, эндемичным возбудителем которого во многих популяциях мелких жвачных животных является *M. ovis*, но информация об этом возбудителе в настоящее время отсутствует в России. Результаты гематологических исследований показали низкое содержание гемоглобина и эритроцитов у животных и высокий уровень тромбоцитов. После проведенного нами метагеномного исследования крови у овец с признаками анемии обнаружили гемотропную *Mycoplasma ovis* сходную с изолятом *Michigan M. ovis* (США). Понимание механизмов инфекции и улучшение зоогигиенических условий содержания являются, вероятно, ключевыми при эрадикации патогена из-за ограниченного количества эффективных терапевтических средств для профилактики *M. ovis*.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ по заданию НИР –FGUG -2025-0004.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никольский С.Н., Слипченко С.Н. Опыты по передаче Eperythrozoon ovis клещами H. plumbeum и Rh. Bursa. Ветеринария. 1969; 5:46.

2. Степанова Н.И., Казаков Н.А. Клиническое проявление эперитрозоонозиса овец. В книге: Природно-очаговые болезни и вопросы паразитологии в респ. Ср. Азии и Казахстане. Труды VI конференции (октябрь 1965). Издательство Дониш: Душанбе, 1969.

3. Степанова Н.И. Эперитрозоонозис – новое заболевание овец в СССР. Труды Вирусологической конференции. М., 1964.

4. Allsopp B.A., Baylis H.A., Allsoppi M.T.E.P., Cavalier-Smith T., Bishop R.P., Carrington D.M., Sohanpal B., Spooner P. Discrimination between six species of Theileria using oligonucleotide probes which detect small subunit ribosomal RNA sequences. Parasitology. 1993; 107(2):157 – 165. https://doi.org/10.1017/ S0031182000067263.

5. Campbell R.W., Sloan C.A., Harbutt P.R. Observations on mortality in lambs in Victoria associated with Eperythrozoon ovis. Australian Veterinary Journal. 1971; 47:538 – 541. DOI:10.1111/j.1751-0813. 1971.tb02048.x

6. Foley J.E. Hemotropic Mycoplasma Infections in Animals (Hemoplasmas), Department of Medicine and Epidemiology, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis Reviewed/Revised Mar. 2022, Modified Sept. 2024, https://www.msdvetmanual.com/circulatory-system/blood parasites/hemotropic-mycoplasma-infections-in-animals, ссылка доступна на 23.02.2025.

7. Grazziotin A.L., Santos A.P., Guimaraes A.M.S., Mohamed A., Cubas Z.S., De Oliveira M.J., de Barros Filho I.R. Mycoplasma ovis in captive cervids: prevalence, molecular characterization and phylogeny. Veterinary Microbiology, 2011; 152:415 – 419. DOI: 10.1016/j.vetmic.2011.05.001

8. Paul B.T., Jesse F.F.A., Chung E.L.T., Che-Amat A., Lila M.A.M., Hashi H.A., Norsidin M.J. Review of clinical aspects, epidemiology and diagnosis of haemotropic Mycoplasma ovis in small ruminants: current status and future perspectives in tropics focusing on Malaysia. Tropical animal health and production. 2020: 52(6):2829 – 2844. DOI:10.1007/s11250-020-02357-9.

9. Rjeibi M.R., Darghouth M.A., Omri H., Souidi K., Rekik M., Gharbi M. First molecular isolation of Mycoplasma ovis from small ruminants in North Africa. The Onderstepoort journal of veterinary research. 2015; 82(1):e1 – e6. DOI:10.4102/ojvr. v82i1.912

10. Sokoli A., Groebel K., Hoelzle K., Amselgruber W.M., Mateos J.M., Schneider M.K., Ziegler U., Felder K.M., Hoelzle L.E. Mycoplasma suis infection results endothelial cell damage and activation: new insight into the cell tropism and pathogenicity of hemotrophic mycoplasma. Veterinary Research. 2013; 44(1):6. DOI:10.1186/1297-9716-44-6

11. Souza U.A., Oberrather K., Fagundes-Moreira R., de Almeida B.A., de Valle S.F., Girotto-Soares A., Soares, J.F. First molecular detection of Mycoplasma ovis (Hemotropic mycoplasmas) from Sheep in Brazil. Revista Brasileira De Parasitologia Veterinária. 2019; 28(3):360 – 366. DOI. org/10.1590/S1984-29612019022

12. Wood D.E., Lu J., Langmead B. Improved metagenomic analysis with Kraken 2. Genome Biology. 2019; 20(1):257. DOI:10.1186/s13059-019-1891-0

13. Windsor P.A. Anaemia in Lambs Caused by Mycoplasma ovis: Global and Australian Perspectives. Animals (Basel). 2022; 12(11):1372. DOI:10.3390/ani12111372

14. Zintl A., Finnerty E.J., Murphy T.M., de Waal T., Gray J.S. Babesias of red deer (Cervus elaphus) in Ireland. Veterinary Research. 2011; 42(1):7. DOI:10.1186/1297-9716-42-7

15. https://www.feedinglivestock.vic.gov.au/sheep-resources/useful-tables-sheep/ ссылка доступна на 03. 03. 2025.

Cevac

IBird®

ЗДОРОВЫХ ЦЫПЛЯТ

Севак IBird®: контроль инфекционного бронхита кур с первого дня жизни

ООО «Сева Санте Анималь»
109428, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 16
Тел. (495) 729-59-90, факс (495) 729-59-93

ПЕРЕД ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ

УДК 619:636.084:661155.3

СОВРЕМЕННЫЙ РЫНОК КОРМОВЫХ ДОБАВОК В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Светлана Алексеевна Лавина, д.в.н., руководитель лаборатории,
sw_lavina@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-7264-9744
Петр Александрович Попов, д.в.н., директор
popov.petr18@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-4155-0386
Валентина Павловна Галимова, к.в.н., ведущий научный сотрудник, galimovav@yandex.ru,
https://orcid.org/0000-0001-9269-8140
Елизавета Аркадьевна Денисова, д.б.н., главный научный сотрудник, denliza@yandex.ru,
https://orcid.org/0000-0003-1603-403X
Галина Михайловна Горяинова, к.б.н., ведущий научный сотрудник, ggoryainova@mail.ru,
https://orcid.org/0000-0001-8856-0616
Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФГБНУ «ФНЦ – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН»
(г. Москва, Россия), vniivshe@mail.ru

В статье представлен обзор кормовых добавок для сельскохозяйственных животных и птицы, зарегистрированных на территории Российской Федерации. Работа включает оценку объемов производства, структуру рынка, динамику цен и основных игроков. В настоящее время на российском рынке превалируют зарубежные кормовые добавки, что обусловлено недостаточной развитостью отечественной научно-исследовательской базы в области кормления, ограниченностью инвестиций в данную отрасль, широкой доступностью к современным технологиям и компонентам у иностранных производителей. Выявлены тенденции к импортозамещению, отмечено увеличение доли продукции из местного сырья, разработка новых рецептур, адаптированных к российским кормовым базам. Рассмотрены факторы, влияющие на конкурентоспособность российских производителей, включая эффективность производственных процессов, качество продукции, логистику и маркетинговые стратегии. Сделан акцент на необходимость инвестиций в научные разработки и модернизацию оборудования для дальнейшего развития отрасли, так как собственное производство кормовых добавок – стратегически важная задача, требующая комплексного подхода. Необходимы государственные программы поддержки исследований и разработок, подготовка квалифицированных кадров, способных разрабатывать и производить конкурентоспособную продукцию, соответствующую международным стандартам качества и безопасности. **Ключевые слова**: кормовые добавки, сельскохозяйственные животные, отечественные производители кормовых добавок, зарубежные производители кормовых добавок.

The modern market of feed additives in the Russian Federation

S.A. Lavina, PhD in Biology, Head of the laboratory, sw_lavina@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-7264-9744
P.A. Popov, PhD in Veterinary Sciences, Director, popov.petr18@gmail.com,
https://orcid.org/0000-0003-4155-0386
V.P. Galimova, PhD in Veterinary Sciences, Leading researcher, galimovav@yandex.ru,
https://orcid.org/0000-0001-9269-8140
E.A. Denisova, PhD in Biology, Chief researcher, denliza@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-1603-403X
G.M. Goryainova, PhD in Biology, Leading researcher, ggoryainova@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8856-0616
The All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the RAS (Moscow, Russia), vniivshe@mail.ru

The article provides an overview of feed additives for farm animals and poultry registered in the Russian Federation. The work includes an assessment of production volumes, market structure, price dynamics, and key players. Currently, foreign feed additives prevail in the Russian market, due to a number of factors, including the underdevelopment of the domestic scientific research base in the field of feeding, limited investments in this industry, and wide access to modern technologies and components from foreign manufacturers. Trends towards import substitution have been identified, an increase in the share of products from local raw materials has been noted, and new formulations adapted to Russian feed stocks have been developed. The factors influencing the competitiveness of Russian manufacturers, including the efficiency of production processes, product quality, logistics and marketing strategies, are considered. The emphasis is

placed on the need to invest in scientific research and equipment modernization for the further development of the industry, as in-house production of feed additives is a strategically important task requiring an integrated approach. Government programs to support research and development are needed, as well as the training of qualified personnel capable of developing and producing competitive products that meet international quality and safety standards. **Key words:** feed additives; farm animals; domestic producers of feed additives; foreign producers feed additives.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.10-14

Российский рынок кормовых добавок демонстрирует устойчивый рост, вызванный интенсификацией животноводства и птицеводства, стремление к повышению продуктивности и качества продукции. В настоящее время доминируют иностранные производители, однако наблюдается укрепление позиций отечественных компаний, предлагающих конкурентоспособные продукты.

Сегментация рынка включает витамины, минералы, аминокислоты, ферменты, пробиотики и пребиотики. Растет спрос на органические и экологически чистые добавки. Ключевые факторы, влияющие на рынок, – государственное регулирование, колебания цен на сырье, технологические инновации и потребительские предпочтения. Перспективы развития связаны с расширением ассортимента, внедрением новых технологий, развитием производства пребиотиков и пробиотиков, а также с усилением контроля качества продукции. Важным направлением остается импортозамещение и поддержка отечественных производителей. Рынок очень привлекателен для инвестиций, но требует глубокого понимания специфики.

Обеспечение животных полноценными кормами – актуальная задача для любого современного сельскохозяйственного производства. Доступность питательных веществ рациона, хорошая их усвояемость, удаление из кормов неблагоприятных для здоровья животных компонентов достигается различными кормовыми добавками. Производство и реализация кормовых добавок – контролируемая отрасль отечественного сельскохозяйственного рынка, все кормовые добавки подлежат государственной регистрации на основании статьи 11.1 Закона РФ от 14.05.1993 № 4979-1 «О ветеринарии» [1]. Учитывая политическую ситуацию, в результате санкционных ограничений поступление на отечественный рынок ряда позиций, обеспечивающих производство полноценной продукции животноводства, было сокращено или полностью прекращено. Развитие собственного производства кормов и кормовых добавок должно стать одним из драйверов сельского хозяйства и обеспечить его успешное развитие в будущем.

Цель работы – проанализировать состояние отечественного рынка кормовых добавок на конец 2024 г. В рамках исследования изучили объемы производства и импорта основных видов добавок, включая витаминные, минеральные, аминокислотные комплексы, ферментные препараты и пробиотики. Особое внимание уделяли динамике цен, структуре каналов сбыта и ключевым игрокам рынка [1 – 3].

Анализ показал устойчивый рост рынка добавок, что связано с увеличением поголовья сельскохозяйственных животных и птицы, а также повышением требований к качеству и безопасности животноводческой продукции. В отдельных сегментах отметили тенденцию к импортозамещению, в частности, в производстве витаминных и минеральных добавок. Вместе с тем зависимость от импортного сырья остается значительной, что создает риски для ценовой стабильности. Конкуренция на рынке усиливается, появляются новые игроки, предлагающие инновационные про-

дукты и решения. Дальнейшее развитие рынка будет связано с внедрением современных технологий, повышением квалификации специалистов и усилением государственного контроля качества кормовых добавок [4, 5].

Основную долю рынка занимают продукты, улучшающие пищеварение и усвоение корма, витаминные и минеральные комплексы, а также добавки, направленные на повышение продуктивности сельскохозяйственных животных. Значительный объем приходится на стимуляторы роста и иммуномодуляторы.

Среди российских разработок преобладают добавки на основе растительного сырья и продукты микробиологического синтеза. Зарубежные производители, в свою очередь, активно предлагают инновационные решения, включающие ферментные препараты, пробиотики и пребиотики. Значительная конкуренция стимулирует производителей к разработке новых, более эффективных продуктов. Ключевыми факторами успеха являются качество добавки, наличие научной базы и соответствие требованиям безопасности. Регулярно обновляемые стандарты и нормативные акты оказывают значительное влияние на состав и характеристики кормовых добавок, представленных на рынке.

По состоянию на декабрь 2024 г. в Российской Федерации зарегистрирована 3881 кормовая добавка [5 – 7], из них 954 производится в России (914 – российские разработки, 40 – импортные), оставшиеся 2954 продукта созданы и производятся за рубежом (рис. 1) [8, 9].

Отечественные производители выпускают 828 кормовых добавок собственной разработки, а 106 кормовых добавок отечественных разработчиков производят иностранные фирмы (рис. 2).

В основном добавки поступают в нашу страну из Индии, Китая, Индонезии, Бельгии, Германии, Франции, Испании, Малайзии, Узбекистана и Беларуси.

По назначению кормовые добавки (рис. 3) можно разделить на:

- технологические – улучшают качество корма;
- адсорбенты микотоксинов;
- балансируют рационы питательными веществами – микро- и макроэлементами, аминокислотами, витаминами;

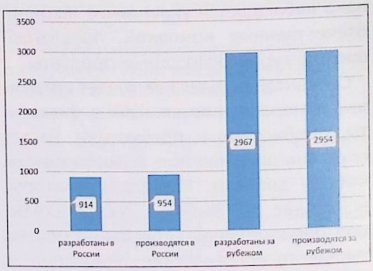


Рис. 1. Рынок кормовых добавок России на конец 2024 г.

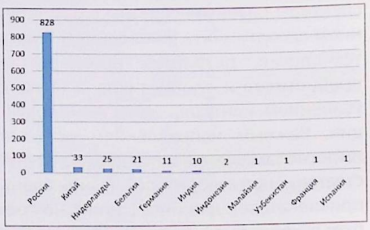


Рис. 2. География производителей кормовых добавок, разработанных в России

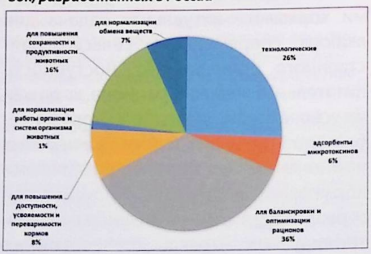


Рис. 3. Основные типы кормовых добавок

- повышают доступность, усвояемость и переваримость кормов;
- нормализуют работу органов и систем организма животных;
- увеличивают сохранность и продуктивность поголовья;
- нормализуют обмен веществ.

Наиболее востребованы продукты, которые балансируют и оптимизируют рационы по питательным веществам, технологические добавки и те, что повышают сохранность и продуктивность поголовья.

Интересно распределение добавок по видам животных (рис. 4). Лидером является птицеводство – и по объему, и по разнообразию больше всего различных продуктов используют для птицы. Затем идут свиньи и крупный рогатый скот (КРС). Это связано с интенсивным развитием данных отраслей животноводства, наличием крупных птицеводческих фабрик, свиноводческих комплексов и хозяйств по выращиванию мясных и молочных пород крупного рогатого скота. Достаточно обширны группы добавок, предназначенные для непродуктивных животных и рыб [10 – 13].

В период с 2020 по 2024 г. в РФ зарегистрировали 994 кормовые добавки (см. таблицу). Из представленных данных видно, что после 2022 г. существенно снизилось количество регистраций новых кормовых добавок иностранными фирмами, это коснулось и производимых в России, и выпускаемых за рубежом. Незначительный рост числа добавок от отечественных разработчиков, производимых в РФ и за ее пределами, не смог компенсировать потери рынка. Этот факт наглядно подтвердил, что отечественный рынок кормовых добавок сильно зависим от зарубежных поставок, а российские разработки и производство значительно уступают иностранным. Такая ситуация создает серьезные риски для животноводческой отрасли, особенно в условиях нестабильной геополитической обстановки и колебаний валютных курсов. Зависимость от импорта кормовых добавок повышает себестоимость производства животноводческой продукции, снижает конкурентоспособность отечественных производителей.

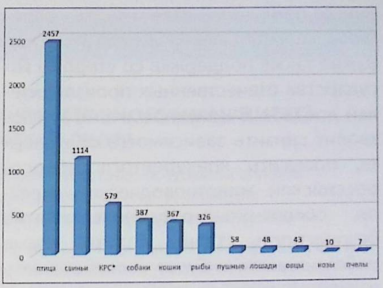


Рис. 4. Распределение кормовых добавок по видам животных

В сложившейся ситуации как никогда актуальным становится развитие собственного производства кормовых добавок. Необходимы инвестиции в научные исследования и разработки, направленные на создание инновацио-

Регистрации кормовых добавок в 2020 – 2024 гг.

Год	Зарегистрировано всего	Российский разработчик		Зарубежный разработчик	
		Российский производитель	Зарубежный производитель	Российский производитель	Зарубежный производитель
2020	231	23	1	7	200
2021	219	53	5	13	150
2022	266	75	13	17	162
2023	121	72	11	3	41
2024	158	74	14	6	66

онных продуктов, отвечающих современным требованиям животноводства. Важна также поддержка со стороны государства отечественных производителей добавок. В конечном итоге, это позволит снизить зависимость от импорта, повысить конкурентоспособность российской животноводческой отрасли, обеспечить продовольственную безопасность страны, создать новые рабочие места и будет способствовать развитию смежных отраслей экономики [14 – 16].

Заключение. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о необходимости снизить зависимость от иностранных разработчиков и производителей кормовых добавок и интенсивно развивать это направление в нашей стране.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием по теме: FGUG-2025-0002 «Разработать новые и модернизировать существующие методы, средства и технологии обеспечения устойчивого ветеринарно-санитарного благополучия животноводства, качества и безопасности продукции и кормов, охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства» (регистрационный номер 1022041200309-0-4.3.1.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Акифьева Г.Е., Новикова Н.Н., Косарева Н.А. Эффективность балансирования рационов дойных коров по питательным веществам. Ветеринария и кормление. 2020; 7:8 – 11.

2. Арсеньева Л.В., Денисова Е.А., Горяинова Г.М., Попов П.А. Применение кормовой добавки на основе органических и жирных кислот в рационе свиней на откорме. В сборнике: Химия и АПК: актуальные вопросы и научные достижения. Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Г. Малахова. М.: 2024; 176 – 180.

3. Арсеньева Л.В., Попов П.А., Комолова О.С. Кормовая добавка БИОРОСТАЦИДУМ® в рационах свиней на откорме. Ветеринария. 2024; 3:13 – 17.

4. Бабунова В.С., Попов П.А., Осипова И.С. Проблема классификации кормовых добавок, используемых в рационе продуктивных животных. Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2020; 1(33):12 – 16.

5. Булгаков А.М. Методологический подход к способу корректировки рационов кормления дойных коров в ООО «Алтай». Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015; 10:3 – 12.

6. Бутко М.П., Лемясева С.В., Онищенко Д.А. Стимуляторы роста животных и их применение в животноводстве. Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2017; 4(24):14 – 20.

7. Бутко М.П., Лемясева С.В., Онищенко Д.А. Фальсификация продукции животного происхождения. Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2017; 3(23):17 – 23.

8. Вендин С.В., Самсонов В.А., Саенко Ю.В., Семернина М.А. Оптимизация конструктивных параметров ножей для измельчения пророщенного зерна. Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020; 2(26):26 – 37.

9. Государственный реестр кормовых добавок [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://galen.vetrf.ru. (Дата обращения: 26.12.2024 г.)

10. Дорожкин В.И., Смирнов А.М., Гуненкова Н.К. Основные направления научной деятельности по обеспечению качества и биологической безопасности животноводческой продукции и охраны окружающей среды. Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2021; 2(38):104 – 113.

11. Кароматов И.Д. Простые лекарственные средства. Опыт применения лекарственных средств натурального происхождения в древней, современной народной и научной медицине. Бухара, 2012.

12. Кириллов Н.А., Григорьев С.Н. Изучение влияния кормовой добавки на активность ферментов и синтез гормонов гипофиза. В сборнике: Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицины. Материалы Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2022; 423 – 427.

13. Мошкина С.В., Абрамкова Н.В., Колганова Т.Ю. Структурные углеводы в кормлении молочного скота. Учебно-методическое пособие. Орел, 2016.

14. Прянишников В.В., Ильтяков А.В., Касьянов Г.И. Пищевые волокна и белки в мясных технологиях. Краснодар, 2012.

15. Упинин М.С., Лаврентьев А.Ю. Комплексные функциональные добавки и их влияние на рост и развитие телят. Нива Поволжья. 2023; 1(65):2001.

16. Чернова С.Г. Современное состояние и методика расчета перспективных индикаторов развития молочного животноводства в регионе. Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2017; 4(45):201 – 207.

УДК 619:616.937.5

ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Ирина Юрьевна Ездакова, д.б.н., главный научный сотрудник, ezdakova.i@viev.ru
ФГБНУ «ФНЦ – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН» (г. Москва)

Информативность иммунологических параметров напрямую зависит от их правильной интерпретации, основанной на знании нормативных значений, необходимой для диагностики заболеваний, мониторинга эффективности лечения, иммунопрофилактики, оптимизации управления стадом, а также для улучшения кормления и содержания животных. Однако данные о референсных значениях состояния иммунной системы, особенно ее клеточного звена, остаются противоречивыми. Поэтому целью исследования было определение нормативов клеточного иммунитета крупного рогатого скота. В работе представлены нормативные значения клеточного звена иммунитета здорового крупного рогатого скота черно-пестрой породы и проанализированы методы определения иммунокомпетентных клеток. **Ключевые слова:** нормативные показатели, клеточный иммунитет, крупный рогатый скот, иммунный статус, Т- и В-лимфоциты.

Informative value of parameters of cellular immunity of cattle

I.Yu. Ezdakova, PhD in Biology, Chief researcher, ezdakova.i@viev.ru
All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the RAS (Moscow)

The informativeness of immunological parameters directly depends on their correct interpretation based on the knowledge of normative values, which is necessary for diagnostics diseases, monitoring the effectiveness of treatment, immunoprophylaxis, optimizing herd management, as well as for improving animal feeding and housing. However, data on reference values of the immune system, especially its cellular component, remain contradictory. Therefore, the purpose of this study was to determine the normative values of cellular immunity of cattle. The paper presents normative values of the cellular immunity link of healthy black-motley breed cattle and analysis of methods for determining immunocompetent cells. **Key words**: standard indicators, cellular immunity, cattle, immune status, T- and B-lymphocytes.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.15-19

Оценка иммунного статуса животных необходима не только для повышения устойчивости к болезням, но и для разработки различных стратегий иммунопрофилактики. Иммунологический мониторинг в хозяйствах позволит лучше понять, как такие факторы, как рацион кормления, технология содержания, различные этапы онтогенеза, порода, темперамент, микробиота кишечника и другие факторы, влияют на общее состояние иммунитета [8]. Ученые разработали схемы для измерения клеточных и антитело-опосредованных иммунных реакций, которые успешно использовали для разделения животных на группы с высоким и низким уровнем иммунного ответа [9, 10]. Например, высокие показатели иммунного статуса животных коррелировали со снижением заболеваемости маститом. Отбор особей по таким параметрам позволил бы выращивать более устойчивых животных и постепенно отказаться от антибиотиков, противовирусных и антигельминтных препаратов, а производителям – от дорогостоящих лабораторных тестов и затрат на лечение. Иммунные показатели играют критически важную роль в диагностике, прогнозировании и профилактике широкого спектра болезней крупного рогатого скота. Они позволяют выявлять нарушения и предсказывать риски развития различных заболеваний [7]. По числу лейкоцитов можно оценить наличие и характер воспалительного процесса. Например, повышенное количество нейтрофилов указывает на

бактериальную инфекцию, лимфоцитов – на вирусную, а эозинофилов – на паразитарную. Определение нормальных значений популяций Т-лимфоцитов, включая Т-хелперы и цитотоксические Т-клетки, имеет большое значение при выявлении иммунодефицитов, мониторинга инфекционных болезней и оценки эффективности вакцинации. Иммунодиагностика помогает подтвердить наличие инфекции, особенно на ранних стадиях или при атипичном течении. При дифференциальной диагностике отличает инфекционные заболевания от неинфекционных, а также отражает тяжесть инфекционного процесса и прогноз. Оценка клеточного иммунитета при поствакцинальном иммунном ответе особенно важна для разработки вакцин против внутриклеточных патогенов, которые индуцируют преимущественно клеточный иммунный ответ. Также следует отметить, что отбор животных с высоким иммунным статусом позволит получать скот с сильной иммунной системой для селекции.

Показатели состояния иммунной системы зависят от множества факторов – клинические признаки, схемы вакцинаций, сезон года, время исследования, распространенность определенных инфекционных болезней в регионе. Иммунные показатели необходимо интерпретировать в комплексе с другими клиническими данными (анамнез, результаты лабораторных и инструментальных исследований). Следует учитывать, что значение «норма» может варьировать в зависимости от возраста, пола, породы, физиологического состояния животного. Для того чтобы определить, находятся ли иммунологические показатели животного в пределах физиологических границ, необходимо знать нормативные параметры иммунного статуса здоровых особей. Отклонения от нормы, как повышенные, так и пониженные значения, могут указывать на наличие инфекции или иммунодефицита. Однако данные о референсных значениях состояния врожденной иммунной системы, особенно ее клеточного звена, остаются противоречивыми. Поэтому цель данного исследования – определить нормативы клеточного иммунитета крупного рогатого скота черно-пестрой породы.

Материалы и методы. Современная иммунодиагностика включает набор тестов, позволяющих оценивать функциональное состояние отдельных звеньев иммунной системы, тем самым решая широкий спектр вопросов. Мононуклеарные клетки крови крупного рогатого скота черно-пестрой породы (n=100, возраст 4 – 6 лет) выделяли 45 мин методом центрифугирования в градиенте плотности Histopaque-1077 при 3000 об/мин. Концентрацию мононуклеарных клеток в суспензии доводили до 1,0 – 0,5x10^6 кл/мл. Общий пул Т- и В-клеток устанавливали методом розеткообразования [1, 5]. Количество В- и Т-клеток в крови определяли методом иммунопероксидазного окрашивания (ИПО) с помощью моно- и поликлональных антител к CD-маркерам [9]. Для выявления CD4-клеток лимфоциты инкубировали с антителами кролика к рекCD4 рогатого скота, а для В2-клеток – с моноклональными антителами к sIgM [3]. Комплекс антиген/антитело визуализировали с помощью 3-амино-9-этилкарбазола (AEC «Sigma»). AEC-позитивные клетки идентифицировали по красно-коричневому окрашиванию при просмотре препаратов под микроскопом (x1000). Коммерческие моноклональные антитела к CD5 и CD8 крупного рогатого скота применяли в ИПО согласно инструкции производителя (*BIO RAD)*. Фагоцитарную активность определяли по стандартной

методике с частицами латекса. Статистическую обработку выполняли с использованием стандартных программ SPSS – Statistical package for the social sciences.

Результаты исследований и обсуждение. Нормы иммунологических показателей могут варьировать в зависимости от многих факторов, в настоящей работе приведены показатели, полученные на образцах крови крупного рогатого скота черно-пестрой породы, клинически здоровых и в течение трех месяцев не подвергавшихся вакцинации.

Фагоцитоз играет основную роль как во врожденном иммунитете, обеспечивая непосредственно уничтожение микроорганизмов, апоптотических и некротических клеток, так и в адаптивном посредством синтезируемых цитокинов-регуляторов иммунных реакций (TNF-α, IL-1β, IL-6, IL-8). Из данных таблицы видно, что показатель фагоцитарной активности нейтрофилов крови имеет достаточно большую разницу между минимальными и максимальными значениями. Это зависит от влияния разных факторов окружающей среды (стресс, питание, условия содержания) на иммунную систему. Для определения фагоцитарной активности в данном эксперименте использовали частицы латекса, так они наиболее удобны в лабораторной практике. Следует отметить, что, применяя в этой реакции вместо латекса *Staph. aureus (ATCC 29213)*, показатели фагоцитарной активности будут выше на 20 – 30 единиц, так как нейтрофилы экспрессируют рецепторы распознавания паттернов микроорганизмов, такие как Toll-подобные рецепторы. Последние распознают консервативные структуры патогенов – липополисахариды и пептидогликаны бактерий, что и запускает фагоцитоз. На частицах латекса таких структур нет, поэтому нейтрофилы, захватившие частицы латекса, показывают свой интактный потенциал, уменьшение которого может приводить к различным иммунодефицитным состояниям и повышенной восприимчивости к инфекциям.

Разные методы иммунологических исследований могут давать определенные различия в результатах. Важно использовать значения, установленные для конкретного метода и оборудования. Как видно из данных таблицы, уровень В- и Т-клеток, полученный методом розеткообразования, отличается от параметров, которые зарегистрированы методами иммунопероксидазного окрашивания с поли- и моноклональными антителами. Это обусловлено различными поверхностными рецепторами лимфоцитов, с которыми вступают во взаимодействие индикаторные компоненты реакции. Адгезивный CD58-рецептор (LFA-3) на эритроцитах барана и C3-компонент комплемента на клетках дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* выступают лигандами CD2-рецептора на

Нормативные показатели клеточного иммунитета крупного рогатого скота черно-пестрой породы, n=100, %

Статистический показатель	Фагоцитарная активность	B2-клетки	$CD5^+$ B1-клетки	$sIgM^+$ B2-клетки	Т-клетки	$CD4^+$ клетки	$CD8^+$ клетки	CD4/CD8 (И.индекс)
M ± m Медиана (min – max)	46,5±6,4 40 (35 – 61)	22,1±1,5 19 (15 – 30)	9,5±1,4 10 (5 – 15)	26,5±3,4 25 (16 – 31)	54,3±2,5 45 (40 – 60)	20,5±0,8 19 (18 – 25)	12,3±1,0 13 (10 – 15)	1,5 – 2,5 2 (1,0 – 3,0)

Т-клетках и CR-рецептора на В-клетках. Но CD2 это гликопротеид, обнаруженный не только на Т-лимфоцитах, но и на натуральных киллерах (НК-клетки). Адгезивные CD2-белки экспрессируют общие предшественники НК- и Т-клеток. Поэтому надо учитывать, что показатель, полученный в результате реакции розеткообразования, включает в себя и количество натуральных киллеров в крови животных. Показатели В2-лимфоцитов, полученные в реакции комплементарного розеткообразования и иммунопероксидазного окрашивания с моноклональными антителами к поверхностному IgM, коррелируют (r=0,89). По-видимому, рецепторы к комплементу (CR) и антигену (BCR) распределены в равной степени на мембране В-клеток.

Для определения субпопуляций Т- и В-лимфоцитов использовали поликлональные антитела к рекомбинантному CD4-рецептору Th-клеток и моноклональные антитела к CD5-маркеру В1-клеток, CD8-маркеру цитотоксических Т-клеток крупного рогатого скота. Уровень $CD5^+$ В-клеток в процессе первичного иммунного ответа отражает поликлональную пролиферацию В1-клеток, являющихся первичной мишенью для вируса лейкоза крупного рогатого скота. CD5-лимфоциты быстро реагируют на наиболее распространенные антигены клеточных стенок бактерий [4]. Изменения в уровне Т-лимфоцитов могут указывать на различные состояния иммунной системы. Повышение количества CD4- и CD8-клеток свидетельствует об активации клеточного иммунитета, а снижение о нарушении онто- и иммуногенеза. Комплексная оценка уровня субпопуляций Т-лимфоцитов позволяет получить ценную информацию о реакции организма на вакцинацию, вирусные, грибковые и бактериальные инфекции и принять обоснованные решения по диагностике, лечению и профилактике заболеваний.

Иммунорегуляторный индекс $CD4^+/CD8^+$ Т-клеток – важный показатель, отражающий баланс между двумя основными субпопуляциями Т-лимфоцитов: Т-хелперами, регулирующими иммунный ответ, и цитотоксическими Т-лимфоцитами, которые непосредственно уничтожают патогены и инфицированные клетки. Изменения в этом соотношении демонстрируют нарушение иммунного баланса в организме животного. Снижение соотношения (<1,0) может указывать на некоторые вирусные инфекции, а повышение (>3,0) – на аллергические и аутоиммунные заболевания.

Необходимо отметить, что для правильной интерпретации результатов необходимо использовать параметры, установленные для конкретного вида, породы, возраста и методики проведения реакции, а также учитывать клиническую картину. Для более точной оценки иммунного статуса рекомендуем проводить ее в динамике с интервалами в несколько недель или месяцев, особенно при мониторинге лечения или прогрессировании заболевания.

Заключение. Знание нормативных показателей иммунной системы у животных – важный инструмент поддержания здоровья, выявления патологических отклонений и дифференциальной диагностики в контексте клинической картины. Например, при вакцинации незначительные изменения параметров могут быть вариантом нормы у вакцинированного животного и указывать на заболевание у невакцинированного. Сравнение иммунологических показателей с нормативными значениями позволит выявить животных с ослабленной иммунной системой и соответственно адаптировать программы им-

мунопрофилактики, проводить отбор особей с высоким иммунным статусом для повышения устойчивости стада к заболеваниям.

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ездакова И.Ю., Гулюкин А.М. Методы изучения иммунной системы животных: Учебно-методическое пособие. М.: Издательство «Спутник+», 2023; 102 с.

2. Ездакова И.Ю., Капустина О.В. Определение В-клеток в крови крупного рогатого скота методом иммунопероксидазного окрашивания. Российская сельскохозяйственная наука. 2018; 3:40 – 43.

3. Ездакова И.Ю., Капустина О.В., Григорьев А.Г., Каторкин С.А. Идентификация Th-клеток крови крупного и мелкого рогатого скота методом иммунопероксидазного окрашивания с использованием поли- и моноклональных антител. Ветеринария. 2024; 11:28 – 31.

4. Ездакова И.Ю., Капустина О.В., Гулюкин М.И., Степанова Т.В. Характеристика В1-клеток в процессе экспериментального лейкомогенеза. Вопросы вирусологии. 2020; 65(1):35 – 40. DOI:https://doi.org/10.36233/0507-4088-2020-65-1-35-40

5. Смирнов П.Н., Гулюкин М.И. и др. Оценка естественной резистентности сельскохозяйственных животных: Методические рекомендации. Россельхозакадемия, Сиб. отделение, ГНУ ИЭВС и ДВ, ГНУ ВИЭВ, ФГОУ НРИПК АПК МСХ РФ, НГАУ. Новосибирск, 2003, 32 с.

6. Abdel-Azim G.A., Freeman A.E., Kehrli M.Jr. et al. Genetic basis and risk factors for infectious and noninfectious diseases in US Holsteins. I. Estimation of genetic parameters for single diseases and general health. J Dairy Sci. 2005; 88(3):1199 – 1207. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(05)72786-7. PMID: 15738253

7. Beard S.C., Schmied J.D., Hodgins D.C., Mallard B.A. The effects of timing of high immune response phenotyping in relation to weaning on immune responses of crossbred beef calves. J. Anim. Sci. 2023;3:10.1 DOI:10.1093/jas/skad255

8. Burdick N.C., Randel R.D., Carroll J.A., Welsh T.H. Jr. Interactions between Temperament, Stress, and Immune Function in Cattle. International Journal of Zoology. 2011; 1:373197. https://doi.org/10.1155/2011/373197

9. Hernández A., Karrow N., Mallard,B.A. Evaluation of immune responses of cattle as a means to identify high or low responders and use of a human microarray to differentiate gene expression. Genet. Sel. Evol35 (Suppl 1), 2003; 67. DOI.org/10.1186/1297-9686-35-S1-S67

10. Thompson-Crispi K.A., Sargolzaei M., Ventura R. et al. A genome-wide association study of immune response traits in Canadian Holstein cattle. BMC Genomics. 2014; 15:559. DOI.org/10.1186/1471-2164-15-559

УДК 619:578.23;57.084.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГИБРИДИЗАЦИИ *IN SITU* ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЦИРКОВИРУСНОЙ БОЛЕЗНИ СВИНЕЙ

Виктория Васильевна Стаффорд, к.б.н., ведущий научный сотрудник, v.v.stafford.viev@mail.ru
ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН» (г. Москва)

Изучение и диагностика цирковирусной болезни свиней до сих пор актуальная тема. В работе представлены результаты, показывающие взаимосвязь выраженности клинической картины цирковирусной болезни свиней и количества лимфоидных клеток, положительно реагирующих при гибридизации *in situ* в гистологических срезах бронхиальных лимфатических узлов, взятых от сельскохозяйственных и диких свиней. Показано, что в материале от животных с вялотекущими клиническими симптомами количество положительных сигналов составило 15,6±0,8, от свиней с выраженной патологической картиной – 38,8±1,3, а от диких – 7,8±1,8 клеток в одном поле зрения при увеличении в 630 раз. У особей с неявными клиническими признаками болезни положительно реагирующие клетки находятся в мозговом слое лимфатического узла, у животных с выраженными симптомами – преимущественно в В-зоне лимфоидного фолликула, а у диких свиней – в Т-зоне лимфоидного фолликула. Полученные данные расширяют возможности комплексного подхода к исследованиям и показывают значение метода гибридизации *in situ* в диагностике инфекционных болезней животных. **Ключевые слова:** гибридизация *in situ*, диагностика, гистология, цирковирус свиней, вирус, домашняя свинья, кабан.

The use of in situ hybridization for the diagnosis of porcine circovirus disease

V.V. Stafford, PhD in Biology, Leading researcher, v.v.stafford.viev@mail.ru
All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko RAS (Moskow)

The study and diagnosis of porcine circovirus disease has been relevant since 1975. Since the second half of the last century, scientists have conducted a comprehensive study of the virus, the clinical course and the pathogenesis of the disease. Despite this, there is still a debate in the scientific papers of many authors about the involvement of

the virus in pathogenesis and its role in the development of clinical signs. Our work presents the results showing the relationship between the severity of the clinical course and the number of lymphoid cells that respond positively when performing *in situ* hybridization in histological sections of bronchial lymph nodes taken from domestic and wild pigs. It was shown that in pigs with an implicit clinical picture, the number of positive signals was 15.6±0.8, in animals with a pronounced pathological sign – 38,8±1,3, and in wild animals this indicator was 7.8±1,8 cells in one field of view with a 630 magnification. It has also been shown that in animals with implicit clinical signs of the disease, positively reacting cells are located in the medulla of the lymph node, in animals with pronounced signs of the disease, such cells are located mainly in the B-zone of the lymphoid follicle, and in the material from wild pigs in the T-zone of the lymphoid follicle. Our results expand the possibilities of an integrated approach to research and show the importance of using in situ hybridization in the diagnosis of infectious animal diseases. **Key words:** FISH, histology, porcine circovirus, virus, sus scrofa domestica, sus scrofa.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.19-23

Ретроспективный анализ научной литературы позволяет понять, что цирковирусная болезнь свиней присутствовала в организме этих животных задолго до интенсификации свиноводства. Первые упоминания о цирковирусе свиней датируются 1975 г., когда впервые выявили данный возбудитель как контаминант клеточной культуры ПК-15 – ЦВС-1, который не вызывал клинических признаков у животных [1, 2]. Дальнейшая интенсификация свиноводства привела к распространению цирковируса и накоплению его мутаций. В результате эволюции генома возбудителя на сегодняшний день зарегистрировано уже 4 его генотипа [11], вызывающих клинические симптомы болезни прежде всего у молодняка, у особей ремонтного стада мертворождение приплода и развитие внутриутробных аномалий лицевой части черепа. У взрослого поголовья клинические признаки цирковирусной болезни свиней в большинстве случаев не проявляются, и инфекция носит латентный характер, однако передача вируса возможна, в том числе и половым путем [4, 9]. Возможна передача вируса между дикими и сельскохозяйственными животными. Установлено распространение 2 и 3 генотипа цирковируса свиней среди диких свиней Московской области [6]. Четвертый генотип данного вируса выявили в Китае у сельскохозяйственных свиней [11]. Это связывают с густонаселенными районами и увеличением данных животных на единицу площади, что способствует быстрой миграции вируса внутри поголовья.

Многие исследователи отмечают обширное и сильное патологическое действие данного возбудителя на иммунную систему организма хозяина даже при латентном носительстве. Все это способствует заражению вторичными патогенами (вирусами, бактериями) и развитию смешанной инфекции при ослабленном иммунном барьере животного [5, 7, 8, 10].

Цель работы – исследовать лимфатические узлы от сельскохозяйственных и диких свиней (кабаны) для получения данных о естественном инфицировании животных цирковирусом второго типа.

Материалы и методы. Для выполнения экспериментов использовали архивный патологический материал (бронхиальный лимфатический узел), хранящийся в парафиновых блоках от домашних свиней (n=10, свиноводческое хозяйство Ростовской области) и кабанов (n=5, Московская область) с подозрением на цирковирусную болезнь. Все исследуемые образцы разделили на три группы: первая – животные с вялотекущей клинической картиной; вторая – особи с ярко выраженными клиническими симптомами; третья – кабаны с неизвестными клиническими признаками.

Перед заливкой патологического материала в парафин его фиксировали в 10%-ном растворе формалина не менее 48 часов. Образцы тканей обрабатывали на полуавтоматическом оборудовании

фирмы *Thermo Scientific* карусельного типа и готовили парафиновые блоки, которые хранили в прохладном месте. Гистологические срезы толщиной 4 микрона получали с помощью роторного микротома, наносили их на предметные стекла и высушивали. После этого выполнили предгибридизационную подготовку их и реакцию гибридизации *in situ* согласно разработанному ранее протоколу [3]. Для визуализации зонда использовали метку флуоресцеин-12-dUTP 1/3, дополнительно срезы окрашивали красителем «Эванс-блю», в качестве монтирующей среды (для визуализации ядер клеток) применяли *DAPI*. Результаты реакции гибридизации *in situ* оценивали, используя широкополосный фильтр LP 397, способный избирательно пропускать флуоресцентное свечение в широком диапазоне синего, зелёного и красного участков видимого спектра, и узкополосный фильтр BP 515-565, избирательно пропускающий флуоресцентное свечение в узком интервале зелёного, жёлтого, красного и инфракрасного участков спектра. Результаты оценивали при помощи микроскопа *Axio Scope A 1* с осветителем *HBO 50*, камерой *AxioCam* и программой *AxioVision*. Количество положительных сигналов считали в 10 полях зрения микроскопа при увеличении 630 раз.

Данные статистически обрабатывали, применяя программы *MS Excel* и *t*-критерий Стьюдента.

Результаты исследований. При выполнении работы положительную реакцию гибридизации *in situ* (РГТ) установили в гистологических срезах образцов из бронхиальных лимфатических узлов от свиней и кабанов всех трех групп.

Результат РГТ образца от свиней первой группы представлен на рисунке 1. Положительные сигналы регистрировали относительно редко в мозговом слое лимфатического узла, что может свидетельствовать об инокуляции вируса в лимфоидные клетки данной области. В других органах наблюдали единичные сигналы (селезёнка, поверхностный паховый лимфатический узел, лёгкое), а порой и один положительный сигнал на весь гистологический срез (мезентериальный лимфатический узел, S~1см^2), либо отрицательный результат (желудочно-кишечный тракт, печень). При этом в легочной паренхиме отмечали признаки слабовыраженной интерстициальной пневмонии, в селезёнке визуализировали большее число лимфоидных фолликулов I типа по сравнению с таковыми II типа, возможно, это свидетельствует о снижении уровня дифференцировки лимфоидных клеток.

Иную ситуацию регистрировали при исследовании патологического материала от свиней второй группы, находящихся в тяжелом клиническом состоянии, – отказ от корма, угнетение, выраженный респираторный синдром,

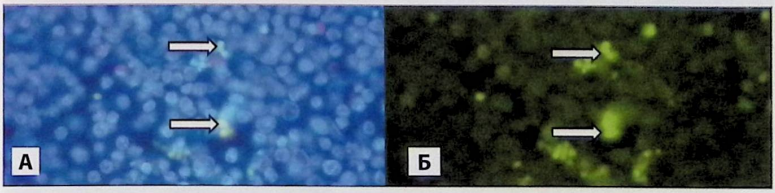


Рис. 1. Бронхиальный лимфатический узел свиньи первой группы: А – фильтр LP 397; синим светом показаны ядра клеток, жёлто-зелёным – РГТ+ (стрелка); Б – FIC-фильтр BP 515-565, ярко-зелёным свечением – РГТ+ участки (стрелка). Флуоресцентная микроскопия, DAPI, эванс-блау, 630х

истощение, профузная диарея, слабый тремор мышц конечностей. После выполнения РГТ в препаратах бронхиальных лимфатических узлов выявили множество положительных сигналов в корковом слое органа. Интенсивность распределения положительных сигналов значительно различалась в зависимости от зоны лимфоидного фолликула, наибольшее их количество регистрировали в В-зависимой и единичные – в Т-зависимой зоне (паракортикальный слой) (рис. 2). При анализе гистологических препаратов от данных животных в паренхиме лимфатического узла, в мозговом слое и паракортикальной зоне были видны разлитые участки слабовыраженного некроза клеток, в миокарде – разная степень миокардита, в селезёнке – спленит, в почках – различной выраженности гломерулонефрит.

Обратную ситуацию отмечали в бронхиальном лимфатическом узле, взятом от кабана (рис. 3), где положительные участки определялись больше в паракортикальной зоне (Т-зависимая зона) с переходом в мозговое вещество органа, что может свидетельствовать о поражении зрелых клеток, таких как Т-лимфоциты, дендритные клетки и макрофаги. К сожалению, *anamnesis vitae* данных животных не известен в силу дикой среды обитания, но согласно литературным данным можно предположить хроническое течение болезни или латентное носительство вируса, о чем свидетельствует специфика расположения инфицированных вирусом клеток.

В результате РГТ выполнили подсчет положительных сигналов в срезах бронхиальных лимфатических узлов от 5 животных из каждой группы. Среднеариф-

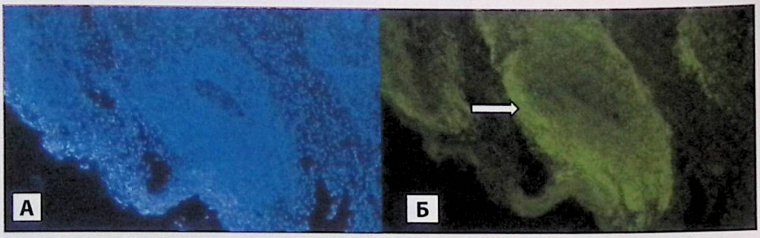


Рис. 2. Бронхиальный лимфатический узел свиньи второй группы: А – фильтр LP 397; синим светом показаны ядра клеток; Б – FIC-фильтр BP 515-565; ярко-зелёным свечением – РГТ+ участки (стрелка). Флуоресцентная микроскопия, DAPI, эванс-блау, 100х

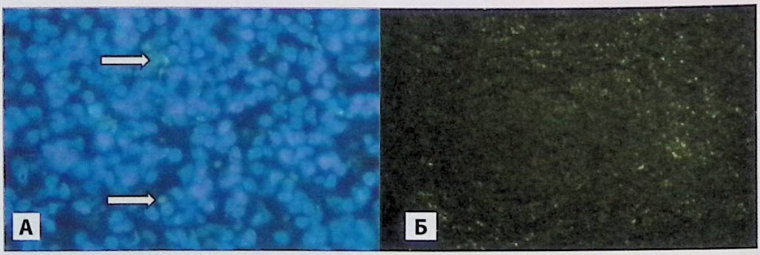


Рис. 3. Бронхиальный лимфатический узел кабана третьей группы: А – фильтр LP 397; синим светом показаны ядра клеток, жёлто-зелёным – РГТ+ (стрелки); Б – FIC-фильтр BP 515-565; ярко-зелёным свечением показаны РГТ+ участки. Флуоресцентная микроскопия, DAPI, эванс-блау, А – 30х, Б – 100х

метический расчёт показал, что у свиней первой группы количество положительных сигналов составило 15,6±0,8, у особей второй – 38,8±1,3, а у кабанов третьей – 7,8±1,8. Значение *t*-критерия Стьюдента при сравнении среднеарифметических количеств положительных сигналов в бронхиальных лимфатических узлах свиней первой и второй группы было равно 20,78. А при сравнении этих же результатов в гистологических срезах от кабанов третьей группы и свиней первой и второй группы – 5,91 и 20,28 соответственно, при этом критическое значение *t*-критерия Стьюдента для всех сравниваемых данных составляло 2,306, что при p=0,05 считается статистически значимым.

Ткань лимфатического узла имеет значимую гистоархитектонику и при выявлении положительно реагирующих на присутствие генома вируса клеток можно оценить интенсивность и период инфицирования животного, а также инфицируемый вид клеток, к примеру, лимфоциты и дендритные клетки. Дифференцированный анализ клеток можно выполнить при использовании *DAPI* в качестве монтирующей среды, когда хорошо заметна форма и структура ядра клетки, установить и процент погибающих клеток, однако дифференцировать фенотип лимфоцита возможно только при помощи иммуногистохимического метода. Несмотря на выявленную специфику, вопрос интерпретации инфекционного процесса остается открытым, поскольку в мировой научной литературе до сих пор ведутся споры о взаимоотношении вируса с клеточным и гуморальным иммунитетом, о роли вируса в развитии патологии как первичного патогена и т.д.

Заключение. В сложных ситуациях комплексный подход к диагностике и изучению цирковирусной болезни свиней требует не только применения нескольких методов тестирования, но и выполнения экспериментальных исследований *in vitro* и *in vivo*, и использования *SPF*-животных. С помощью метода гибридизации *in situ* при диагностике цирковирусной болезни свиней установили, что данный возбудитель может присутствовать в бронхиальном лимфатическом узле восприимчивых животных в разных отделах органа.

Исследования проведены при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, согласно Государственному заданию FGUG-2025-0005.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бутенков А.И. Патогенетическое обоснование развития и прогнозирования тяжести течения цирковирусной инфекции у поросят. Автореф. дис. … док-ра вет. наук. Новочеркасск, 2010.

2. Орлянкин Б.Г., Алипер Т.И., Непоклонов Е.А. Цирковирусная инфекция свиней. Ветеринария. 2002; 11:48 – 51.

3. Патент РФ 2823532. Способ диагностики цирковирусной болезни свиней с помощью флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH). Стаффорд В.В., Комина А.К., Стрельцова Я.Б., Новичкова Е.М., Гулюкин А.М. Заявл. 08.11.2023. Опубл. 23.07.2024.

4. Bielanski A., Larochelle R., Algire J., Magar R. Distribution of PCV-2 DNA in the reproductive tract, oocytes and embryos of PCV-2 antibody-positive pigs. Vet. Rec. 2004; 155:597, 598.

5. Kim J., Chae C. Expression of Monocyte Chemoattractant Protein-1 and Macrophage Inflammatory Protein-1 in Porcine Circovirus 2-induced Granulomatous Inflammation. Pathol. 2004; 131:121 – 126.

6. Krasnikov N., Rykova V., Kucheruk O. et al. Genetic diversity of porcine circoviruses 2 and 3 circulating among wild boars in the moscow region of Russia. Frontiers in veterinary science. 2024; 11. DOI:10.3389/fvets.2024.1372203

7. Shi R., Hou L., Liu J. et al. Host immune response to infection with porcine circoviruses. Animal Diseases. 2021; 1:23.

8. Sydler T., Brägger S., Handke M. et al. Latent porcine circovirus type 2-infected domestic pigs: A potential infection model for the effective development of vaccines against latent or chronic virus induced diseases. Vaccine. 2016; 34:1047 – 1053.

9. Sidler X., Sydler T., Mateos J.M., Klausmann S., Brugnera E. Porcine Circovirus Type 2 Pathogenicity Alters Host's Central Tolerance for Propagation. Pathogens. 2020; 9:839. DOI:10.3390/pathogens9100839

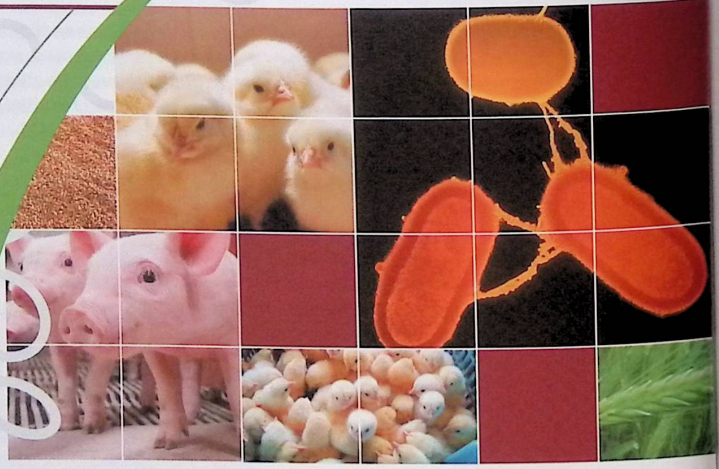
10. Vincent I.E., Carrasco C.P., Guzylack-Piriou et al. Subset-dependent modulation of dendritic cell activity by circovirus type 2. Immunology. 2005; 115:388 – 398.

11. Zhang H.H., Hu Novel W.Q., Li J.Yu. et al. Circovirus species identified in farmed pigs designated as Porcine circovirus Hunan province. Transbound Emerg. Dis. 2019; 1:1 – 5.

ХЮВЕФАРМА®

Б-Акт+®

Рост
Сохранность
Доход



- Эффективен против Гр+ и Гр- бактерий, а также резистентных штаммов клостридий
- Надежный старт
- Снижает влияние теплового стресса
- Высокая экономическая отдача от применения

Б-Акт+® - зарегистрированная торговая марка ОО ХЮВЕФАРМА

HUVEPHARMA®
We add performance to your business

Представительство ООО ХЮВЕФАРМА (Болгария) в г. Москва
Россия, 115191, Москва, 4-й Рощинский проезд, дом 19
Телефон: +7(495) 958-56-56, 952-55-46, 633-83-64, факс: +7(495) 958-56-66
russia@huvepharma.com, www.huvepharma.com

УДК 619:616.995.421

ЭФФЕКТИВНОСТЬ Д-ЦИФЕНОТРИН КОМБО ПРИ ИКСОДИДОЗАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Михаил Владимирович Арисов, д.в.н., профессор РАН, руководитель, director@vniigis.ru, ORCID: 0000-0002-2103-8468
Гульнара Бакитовна Арисова, к.в.н., ведущий научный сотрудник, g.arisova@vniigis.ru, ORCID: 0000-0002-6918-4421
Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал ФГБНУ «ФНЦ – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН» (г. Москва)

Изучена эффективность препарата Д-цифенотрин Комбо на основе синтетического пиретроида – D-цифенотрина, его синергиста пиперонилбутоксида и регулятора роста, развития эктопаразитов – пирипроксифена против иксодовых клещей, паразитирующих на крупном рогатом скоте разного возраста при разных методах нанесения его водной эмульсии в условиях Карачаево-Черкесской Республики. При иксодидозах высокая эффективность данного средства установлена при крупнокапельном нанесении 0,005%-ной водной эмульсии с помощью дезинфекционной установки ДУК, ниже на 40 % она была при поливании вдоль позвоночника. Таким образом, водная эмульсия Д-цифенотрин Комбо, используемая в форме крупнокапельного опрыскивания, может быть рекомендована для широкого применения в скотоводческих хозяйствах, неблагополучных по иксодидозам. **Ключевые слова:** эффективность, препарат, иксодовые клещи, крупный рогатый скот, Д-цифенотрин Комбо, D-цифенотрин, пирипроксифен, пиперонилбутоксид.

Efficacy of D-cyphenothrin Combo against ixodidosis in cattle in the Karachay-Cherkess Republic

M.V. Arisov, PhD in Veterinary Science, Professor RAS, Leader, director@vniigis.ru
G.B. Arisova, PhD in Veterinary Science, Leading researcher, g.arisova@vniigis.ru
All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the RAS (Moscow, Russia), vniivshe@mail.ru

The most effective method of treating ixodid ticks in farm animals is the use of multicomponent insectoacaricidal agents. In this regard, the efficacy of the drug "D-cyphenothrin Combo" based on a synthetic pyrethroid – D-cyphenothrin, its synergist piperonyl butoxide and a regulator of growth, development of ectoparasites – pyriproxyfen was studied against ixodid ticks, parasitizing cattle of different age groups using different applications of its aqueous emulsion in the Karachay-Cherkess Republic. A high efficacy of this drug was determined against ixodidosis using large-drop application of 0.005% aqueous emulsion with a DUK Disinfection Unit and pouring along the spine showed lower efficacy by 40%. The aqueous emulsion of "D-cyphenothrin Combo" used in the form of large-drop spraying can be recommended for wide application on cattle farms contaminated by ixodid ticks. **Key words:** efficacy, drug, ixodid ticks, cattle, D-cyphenothrin Combo, D-cyphenothrin, pyriproxyfen, piperonyl butoxide.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.25-29

Иксодидозы крупного рогатого скота широко распространены в Российской Федерации. Видовой состав иксодид изучен в разных регионах страны (Карачаево-Черкесская Республика, Калмыкия, Республика Дагестан, Краснодарский край, Ростовская область и в других субъектах России) [2, 4 – 7, 9, 10, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 23, 25, 29, 32].

Так, в Карачаево-Черкесской Республике обнаружено 10 видов, 6 родов иксодид. Доминирующий вид – *Dermacentor marginatus*. Высокой численностью обладают *D. reticulatus* и *Ixodes ricinus*; низкой – *Hyalomma marginatum*, *H. scupense, H. concinna, H. punctata, H. parva, Boophilus annulatus* и очень низкой – *Rhipicephalus rossicu, Ixodes ricinus, D. marginatus* [23]. По характеру связей с хозяевами-прокормителями иксодовые клещи, в частности, рода *Rhipicephalus,* относятся к двухзяинным. Прокорми-

телями чаще бывает крупный и мелкий рогатый скот, а также птицы [6]. В скотоводческих хозяйствах этого региона установлена высокая степень заклещеванности крупного рогатого скота иксодидами. Многими авторами описан патогенез этого акароза [2, 8, 31, 32]. У животных отмечают развитие аллергической реакции, угнетение, снижение продуктивности, а также возможную их гибель. В крови фиксируют эритропению, лейкоцитоз, эозинофилию, нейтрофилию, лейкоцитоз, гипоальбунемию, гиперглобулинемию на фоне снижения уровня общего белка и активности щелочной фосфатазы. Поэтому контроль численности иксодид на сельскохозяйственных животных является актуальным направлением современной паразитологии.

Инсектоакарицидные препараты используют в форме растворов [16, 30], дустов [1] и полимерных лент [24, 28]. При этом средства наносят с помощью технических средств, которые обеспечивают крупно- или мелкокапельное опрыскивание [1], обработку вдоль позвоночного столба [3, 15, 19], также применяют стационарные проплывные ванны [22] и аппараты для дустирования. Инсектоакарицидные средства содержат в своем составе действующие вещества из группы синтетических пиретроидов, фосфорорганических соединений, фенилпиразолов и макроциклических лактонов [1, 3, 4, 11, 14 – 16, 19, 27, 28]. В нашей работе использовали препарат на основе синтетического пиретроида – D-цифенотрина, его синергиста пиперонилбутоксида и регулятора роста, развития эктопаразитов – пирипроксифена.

Цель работы – изучить эффективность препарата Д-цифенотрин Комбо против иксодовых клещей, паразитирующих на крупном рогатом скоте разного возраста, при разных способах обработки в условиях Карачаево-Черкесской Республики.

Материалы и методы. Эффективность препарата Д-цифенотрин Комбо при иксодидозах крупного рогатого скота изучали в мае и июле 2024 г. в двух скотоводческих хозяйствах Карачаевского района Карачаево-Черкесской Республики, а также в лаборатории эктопаразитозов ВНИИП. Время эксперимента сопряжено с высокой активностью клещей в естественных биотопах данного района, где применяют свободновыгульное содержание скота. В первом хозяйстве иксодовыми клещами рода *Rhipicephalus* было заражено 53 головы крупного рогатого скота, во втором – 85. Чаще всего паразитов обнаруживали в области вымени, паха, груди, на передних конечностях. У животных отмечали беспокойство, зуд, образование корок на коже. Диагноз ставили на основании эпизоотологических данных, результатов клинического осмотра и обнаружения иксодовых клещей на животных. Для обработки кожно-шерстного покрова крупного рогатого скота готовили рабочие растворы препарата Д-цифенотрин Комбо (разводили его водой в 10 и 1000 раз) и наносили его в форме водной эмульсии в 0,5%- и 0,005%-ной концентрации.

Животных до обработки разделили на опытные и контрольные группы, с учетом возраста, условий содержания и кормления. В первом хозяйстве крупный рогатый скот (n=35) опытной группы обрабатывали на улице 0,5%-ной водной эмульсией препарата Д-цифенотрин Комбо, который с помощью дозирующего устройства наносили на сухую и неповрежденную кожу спины от головы до основания хвоста вдоль позвоночника однократно в дозе 25 мл/100 кг. Рабочий раствор препарата – 1 литр его добавляли в 9 литров

воды. Скот контрольной группы (n=18) не обрабатывали.

Во втором хозяйстве животных разделили на три опытные (первая – третья) и три контрольные (четвертая – шестая) группы, в каждой соответственно: по 18 коров (первая и четвертая); по 15 нетелей (вторая и пятая) и по 10 телят (третья и шестая). Животные из всех групп были естественно поражены иксодовыми клещами. Коров, нетелей и телят первой – третьей групп с помощью дезинфекционной установки ДУК подвергали крупнокапельному опрыскиванию 0,005%-ной водной эмульсией препарата Д-цифенотрин Комбо из расчета 1000 мл на животное. Животных четвертой – шестой групп не обрабатывали. Ежедневно в течение 5 суток наблюдали за общим состоянием скота, приемом корма и воды, поведением, обязательно осматривали кожный покров на наличие иксодовых клещей.

Сбор и учет иксодовых клещей проводили в соответствии с методическими указаниями 3.1.3012–12 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих – переносчиков возбудителей природноочаговых болезней». Учитывали индекс обилия (ИО, экз/гол.). Клещей идентифицировали по определителю Б.И. Померанцева (1950) [26], используя бинокуляр и микроскоп.

Результаты исследований и обсуждение. До обработки экстенсивность инвазии крупного рогатого скота разного возраста в опытных и контрольных группах этих двух хозяйств Карачаево-Черкесской Республики составляла 100 %. Паразитов регистрировали в области передних конечностей, груди, вымени, живота и паха. У животных отмечали беспокойство, зуд, образование корок на коже. Индекс обилия у коров опытной и контрольной группы первого хозяйства составил 424 и 435 экз/гол. соответственно; во втором соответственно – у коров 345 и 330 экз/гол.; у нетелей – 379 и 387 экз/гол.; у телят – 413 и 396 экз/гол. соответственно.

Эффективность исследуемого препарата в первом хозяйстве составила 60 %, при этом у 40 % коров опытной группы через 5 суток после обработки сохранялось массовое паразитирование иксодовых клещей. У животных контрольной группы в течение эксперимента снижение численности иксодид не выявляли. При осмотре крупного рогатого скота спустя 5 суток по сравнению с результатами, полученными через 24 часа, установили также высокую зараженность его иксодовыми клещами.

Во втором хозяйстве после применения водной эмульсии препарата Д-цифенотрин Комбо крупнокапельным опрыскиванием у животных первой – третьей групп при осмотре кожного покрова через 24 часа отмечали гибель иксодовых клещей, затем в течение трех суток они отпадали, а спустя 5 суток их не регистрировали вовсе. При этом в контроле снижение численности эктопаразитов не зафиксировано. Эффективность препарата Д-цифенотрин Комбо крупнокапельным опрыскиванием при иксодидозах крупного рогатого скота составила 100 %. Подобные результаты отмечены в работах других исследователей, которые применяли метод опрыскивания водной эмульсией [30].

Так, индекс обилия у животных опытных и контрольных групп через 24 часа после акарицидной обработки разными методами имел выраженные отличия. В первом хозяйстве у крупного рогатого скота индекс обилия составил 380 (опыт) и 442 (контроль) экз/гол. Во втором хозяйстве у особей первой – третьей опытных групп живых клещей не обнаружено, у коров четвертой он был 351 экз/гол.,

у нетелей пятой – 401 экз/гол. и у телят шестой – 418 экз/гол. После акарицидной обработки у животных первой – третьей опытных групп во втором хозяйстве повысилась активность и аппетит, признаки беспокойства отсутствовали. При применении препарата у животных не наблюдали побочных явлений и осложнений.

Заключение. Препарат Д-цифенотрин Комбо при иксодидозах крупного рогатого скота в двух скотоводческих хозяйствах Карачаево-Черкесской Республики показал высокую эффективность в концентрации 0,005 % при использовании крупнокапельного опрыскивания с помощью дезинфекционной установки ДУК. После обработки все животные опытных групп были свободны от иксодовых клещей, их гибель зафиксирована через 24 часа. Более низкую эффективность препарата наблюдали при его применении методом поливания вдоль позвоночника. Водная эмульсия Д-цифенотрин Комбо, используемая в форме крупнокапельного опрыскивания, может быть рекомендована для широкого применения в скотоводческих хозяйствах, неблагополучных по иксодидозам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арисов М.В., Магомедшапиев Г.М., Курочкина К.Г., Успенский А.В., Малахова Е.И., Новик Т.С., Ковешникова Е.И. Новые средства для лечебно-профилактических обработок при иксодидозах крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах Республики Дагестан. Российский паразитологический журнал. 2015; 1:35 – 40.

2. Арисов М.В., Магомедшапиев Г.М. Некоторые эпизоотологические аспекты распространения иксодидозов крупного рогатого скота в разных ландшафтных зонах Республики Дагестан. Российский паразитологический журнал. 2015; 1:65 – 70.

3. Акбаев Р.М. Акарицидная эффективность водных эмульсий препарата на основе альфациперметрина в отношении иксодовых клещей вида Ixodes ricinus (linnaeus, 1758) в условиях in vitro. Дневник науки: электронный научный журнал. 2024; 5:1 – 9.

4. Акбаев М.Ш., Василевич Ф.И., Акбаев Р.М., Малофеева Н.А., Цыпляев А.И., Шабатин В.Н. Методы борьбы с гнусом и иксодовыми клещами в хозяйствах Рязанской области. Ветеринария. 2004; 10: 29 – 31.

5. Белова Л.М., Токарев А.Н. Эктопаразитозы крупного рогатого скота в хозяйствах Ленинградской области. Известия Калининградского государственного технического университета. 2008; 13:29 – 32.

6. Беспалова Н.С., Возгорькова Е.О. Акарология для ветеринарных врачей: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2022; 208.

7. Василевич Ф.И., Никанорова А.М. Фауно-экологические особенности паразитирования иксодовых клещей Центральной части Восточно-Европейской равнины. Российский паразитологический журнал. 2020; 14(3):11 – 17. DOI:10.31016/1998-8435-2020-14-3-11-17

8. Василевич Ф.И., Никанорова А.М. Экспериментальный иксодидоз. Сборник научных статей по материалам Международной научной конференции «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». 2022; 23:118 – 123. DOI:10.31016/978-5-6046256-9-9.2022.23.118-123

9. Глазунов Ю.В. Состояние научно-исследовательской работы по иксодовым клещам. Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2017; 1:88 – 92.

10. Глазунов Ю.В., Глазунова Л.А. Акарологическая ситуация на юге Тюменской области. Вестник АПК Ставрополья. 2015; 3(19):69 – 72.

11. Глазунов Ю.В., Глазунова Л.А. Сравнительная эффективность действия акарицидов на иксодовых клещей. Вестник ветеринарии. 2015; 1(72):36 – 39.

12. Денисов А.А. Территориальное распределение иксодовых клещей на урбанизированных территориях нижнего Поволжья. Вестник Мордовского университета. 2009; 1:22 – 23.

13. Дворцова И.В., Москвитина Э.А. Экология клеща Ixodes ricinus (обзор литературы). Universum: медицина и фармакология: электронный научный журнал. 2013; 1(1):1 – 18.

14. Енгашев С.В., Алиев М., Енгашева Е.С., Кошкина Н.А. Эффективность лекарственных препаратов Дельцид® и Бутокс 50 против иксодовых клещей на крупном рогатом скоте. Молочное и мясное скотоводство. 2018; 4:33 – 35.

15. Енгашев С.В., Енгашева Е.С., Кошкина Н.А., Колесников В.И., Алиев М.А., Никанорова А.М. Дельцид 7,5 – эффективный препарат против иксодовых клещей на крупном рогатом скоте. Ветеринария и кормление. 2020; 3:12 – 14. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-3-3

16. Индюхова Е.Н., Арисов М.В. Инсектоакарицидная активность лекарственного препарата «5% эмульсия Д-цифенотрина» против аргасовых клещей и пухоедов. Российский паразитологический журнал. 2024; 18(2):211 – 218. DOI: 10.31016/1998-8435-2024-18-2-211-218

17. Ковалева М.А., Куликова О.Л., Горчакова Н.Г., Шибаева А.Р., Саипов Г.А. Исследование видового разнообразия и возрастного состава иксодовых клещей в условиях Нижегородской области. Сборник научных статей по материалам Международной научной конференции «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». 2012; 13:193 – 195.

18. Кормиленко И.В., Москвитина Э.А. Клещевые природно-очаговые инфекции в Ростовской области. Сооб-

щение 1. Фауна иксодовых клещей: распространение и численность. Проблемы особо опасных инфекций. 2009; 1 (99):23 – 27.

19. Кошкина Н.А., Колесников В.И. Эффективность препарата из группы синтетических пиретроидов против иксодовых клещей на крупном рогатом скоте. Сельскохозяйственный журнал. 2019; 4(12):61 – 65. DOI:10.25930/0372-3054/009.4.12.2019

20. Магеррамов С.Г., Сейидов М.А. Фауна иксодовых клещей и ее роль в передаче кровепаразитарных болезней крупного рогатого скота. Аграрная наука. 2017; 2:26 – 28.

21. Малунов С.Н., Шишкарев С.А. Сравнительная эффективность акарицидов в борьбе с иксодовыми клещами в хозяйствах Ивановской области. Аграрный вестник Верхневолжья. 2018; 3(24):77 – 83.

22. Мусаев З.Г., Абдулмагомедов С.Ш., Биттиров А.М. Эффективность «Ратеида» против иксодовых клещей. Горное сельское хозяйство. 2018; 4:159 – 161. DOI:10.25691/GSH.2018.4.039

23. Новикова В.П. Иксодовые клещи г. Черкесска и его окрестностей. Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2005; 2:13 – 15.

24. Никанорова А.М. Сравнительная акарицидная активность ин витро препаратов на основе s-фенвалерата и пиперонилбутоксида в форме полимерного материала и раствора на основе цифлутрина против иксодовых клещей. Ветеринарная патология. 2019; 4(70):19 – 24.

25. Панкина Т.М., Романенко В.Н., Истраткина С.В., Шихин А.В., Полторацкая Т.Н. Акарологическая ситуация юга Томской области. Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013; 4(24):67 – 76.

26. Померанцев Б.И. Иксодовые клещи. Фауна СССР. Паукообразные. Москва; Ленинград: Акад. наук СССР, 1950; 4(2):223.

27. Рамзаева Ю.С., Филиппов Д.С. Лечебное действие синтетических пиретроидов при эктопаразитах крупного рогатого скота. Сборник научных трудов студентов, аспирантов и молодых ученых «Научно-практические тенденции и аспекты АПК Юга России». Ставрополь, 2018; 78 – 80.

28. Титов В. Применение инсектицидных бирок Флайблок® для защиты крупного рогатого скота в пастбищный период. Эффективное животноводство. 2021; 2(168):8 – 10.

29. Шевкопляс В.Н. Мониторинг эффективности противопаразитарных мероприятий в Краснодарском крае. Аграрный вестник. 2009; 2:67 – 70.

30. Устаров Р.Д., Абдулмагомедов С.Ш., Газимагомедов М.Г., Бакриева Р.М. Разработать технологию и режимы применения комплексных эффективных инсектоакарицидных препаратов для защиты животных от насекомых и клещей. Горное сельское хозяйство. 2016; 3:188 – 192.

31. Христофис Г., Белименко В.В. Анаплазмоз крупного рогатого скота. Российский ветеринарный журнал. 2015; 1:5 – 7.

32. Ainura K. Study of the diseases ixodidosis in experimental experiments. Models and methods for increasing the efficiency of innovative research. 2023; 3(28):190 – 196.

УДК 619:591.69-755.633.31

МЕТАЗОЙНЫЕ ПАРАЗИТЫ ТУПОНОСОГО БЫЧКА (OSTEICHTHYES, GOBIIDAE) МАЛЫХ ВОЛЖСКИХ ПРИТОКОВ

Оксана Викторовна Минеева, к.б.н., научный сотрудник, ksukala@mail.ru
Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт экологии Волжского бассейна РАН (г. Тольятти)

Представлены результаты паразитологического исследования тупоносого бычка двух притоков Саратовского водохранилища. Выявили двенадцать видов и неопределенных до вида форм многоклеточных паразитов, большинство из которых представлены личиночными формами. Зарегистрировано расселение с хозяином трех узкоспецифичных видов гельминтов. Состав паразитов бычка-цуцика разных малых рек характеризуется низким сходством видового состава. **Ключевые слова:** тупоносый бычок, метазойные паразиты, малые реки.

Metazoan parasites of the Tubenose Goby (Osteichthyes, Gobiidae) of small volga tributaries

O.V. Mineeva, PhD in Biology, Researcher
Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Institute of Ecology of Volga River Basin RAS (Tolyatti)

The results of parasitological study of tubenose goby from two tributaries of Saratov reservoir are presented. Twelve species and unspecified forms of multicellular parasites were identified, most of which are represented by larval forms. The dispersal of three specific species of helminths with the host was registered. The parasite composition of small rivers of tubenose goby is characterized by low similarity of species composition. **Key words:** tubenose goby, metazoan parasites, small rivers.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.29-35

За последние сто лет состав ихтиофауны Волги и ее притоков существенно поменялся. Мощное антропогенное воздействие (зарегулирование стока, строительство каналов, активизация судоходства, преднамеренные интродукции видов, загрязнение воды и др.) и климатические флуктуации (рост среднегодовой наземной температуры и температуры поверхностных вод) обусловили качественные и количественные изменения в рыбном сообществе.

У ряда видов (осетровые и факультативные реофилы из других семейств) значительно сократился ареал и катастрофически снизилась численность, вплоть до полного исчезновения естественной популяции (так, шип *Acipenser nudiventris* сохранен только в составе заводских рыбоводных стад) [13]. Вместе с тем наблюдается существенное возрастание видового богатства рыб, обусловленное инвазией чужеродных видов. Современная ихтиофауна Волги представлена 112 видами, из них не менее 43 являются вселенцами. Среди основных способов проникновения чужеродных видов выделяют преднамеренную или случайную интродукцию человеком и саморасселение [1, 13].

Одним из наиболее успешных вселенцев, инвазия которого в бассейн Волги носит характер взрывной массовой экспансии, является тупоносый (трубконосый, лунный, цуцик) бычок *Proterorhinus semilunaris* Heckel, 1837, представитель семейства бычковых (Gobiidae). Естественный ареал вида включает побережья Мраморного, Эгейского, Черного, Азовского и Каспийского морей, он населяет лиманы, прибрежные озера и впадающие в них реки [1]. Бычок-цуцик, бентофильный литоральный оседлый вид, начал свое продвижение по Волге в 1970-х гг. В 1981 – 1982 гг. его обнаружили в нижневолжских водохранилищах – Волгоградском и Саратовском [8, 15]. К середине 1990-х гг. бычок достиг нижних участков Куйбышевского водохранилища (Приплотинный плес), но ему понадобилось еще целое десятилетие, чтобы заселить весь водоем [4]. Дальнейшее продвижение цуцика по волжскому каскаду носило характер массовой экспансии, которая происходила с нарастающей скоростью, – буквально за 3 – 4 года *P. semilunaris* значительно расширил свой ареал и вселился в Чебоксарское, Горьковское и Рыбинское водохранилища, а в настоящее время достиг Угличского [13].

От прочих волжских вселенцев тупоносый бычок отличается выраженной стенотопностью. В естественном ареале вид многочисленен в лиманах и устьях рек, а также в водоемах-спутниках основного русла и опресненных прибрежных участках, поднимается высоко по рекам. В целом *P. semilunaris* предпочитает зарослевые биотопы, являя собой пример строгой привязанности к зарослям мягких макрофитов. В открытой части водоемов практически не отмечается. Способность цуцика подниматься по малым водотокам объясняется не тем, что он реофилен, а тем, что он способен осваивать в речках характерные для него биотопы, пусть и совсем небольшие (заросшие заливчики, запруды и т.п.) [1].

Важнейшее следствие вселения чужеродных видов (позвоночных и беспозвоночных) в реципиентные экосистемы – влияние на местные паразитарные сообщества, что чаще всего проявляется расширением круга хозяев для аборигенных паразитов, общая численность которых может существенно увеличиться [18, 19]. Одновременно с этим инвазивные свободноживущие виды привносят в новые экосистемы своих специфических паразитов, некоторые

из которых могут стать причиной эпизоотий аборигенной фауны [7].

Цель данной работы – изучить фауну метазойных паразитов бычка-цуцика малых волжских притоков, впадающих в Саратовское водохранилище (Нижняя Волга).

Материалы и методы. Провели паразитологические исследования тупоносого бычка из двух притоков Саратовского водохранилища. В июне – июле 2014 г. отловили 21 экземпляр цуцика в реке Студеный Ерик (53°17′53″ с.ш., 49°43′87″ в.д.), правобережном притоке Волги, пойменном водотоке юга Самарской Луки. В августе 2023 г. – в устьевом участке реки Сок (53°42′31″ с.ш., 50°17′41″ в.д.), левобережном волжском притоке, собрали 22 экземпляра *P. semilunaris*. Отлавливали рыбу гидробиологическим сачком из мелкоячеистого мельничного газа. Для дальнейшего изучения собранный ихтиологический материал транспортировали в лабораторию в аэрируемых емкостях.

Выборка из первого водотока включала рыб длиной тела (SL) 20,2 – 52,3 мм, из второго – 19,4 – 55,1 мм. Паразитологический материал собирали и обрабатывали по общепринятой методике [2]. Видовую диагностику паразитов проводили по соответствующим определителям [10, 11, 14], их систематика представлена по данным сайта WoRMS [21].

Для количественной характеристики зараженности рыб использовали традиционные показатели: экстенсивность инвазии (процентная доля зараженных особей от общего числа исследованных), интенсивность инвазии (минимальное и максимальное количество паразитов на одной особи), индекс обилия (среднее число паразитов у всех обследованных особей, включая незараженных). Математическую обработку данных выполняли с помощью программы Microsoft Excel. В пределах выделенного сообщества паразитов рыб в отдельных водотоках рассчитывали индекс доминирования Ковнацки-Палия, учитывающий частоту встречаемости и относительное обилие видов. Оценку сходства состава паразитофаун хозяина из двух точек отлова проводили с использованием индекса Чекановского-Съеренсена [16].

Результаты исследований и обсуждение. Установили, что фауна многоклеточных паразитов тупоносого бычка в малых волжских притоках представлена двенадцатью видами и неопределенными до вида формами разных систематических групп (см. таблицу).

Наиболее многочисленной оказалась группа трематод – шесть видов, пять из которых представлены личиночными формами. Высокое видовое разнообразие метацеркарий трематод обусловлено приуроченностью рыб к мелководьям и зарослевой литорали, что определяет пространственную близость с местами обитания брюхоногих моллюсков (рр. *Bithynia*, *Viviparus*, *Physa*, *Anisus*, *Lymnaea* и др.), промежуточных хозяев сосальщиков. Остальные группы (Monogenea, Cestoda, Chromadorea, Bivalvia, Ichthyostraca и Arachnida) представлены по одному виду.

Девять видов паразитов из показанных в таблице (метацеркарии трематод и эктопаразиты – моногенея, глохидии моллюсков, паразитический рачок и личинка водяного клеща) инвазируют хозяина топическим путем. Лишь три вида заражают рыб алиментарно – цестода *Triaenophorus crassus*, трематода *Nicolla skrjabini* и нематода *Contracaecum microcephalum*. Видовой состав червей, циркулирующих по трофическим сетям, свидетельствует, что в условиях малых волжских притоков чужеродный бычок является эврифагом, в состав пищевого рациона которого

входят и бентосные, и планктонные беспозвоночные (бокоплавы, личинки стрекоз и ручейников, веслоногие рачки). В нативных экосистемах спектр питания рыб определяется их возрастом. Молодь (личинки и мальки) питается зоопланктоном, взрослые особи – преимущественно донными беспозвоночными (мелкими ракообразными и моллюсками, червями, личинками и имаго насекомых), самые крупные могут потреблять рыбу [1].

Характерная особенность паразитофауны бычковых рыб, в том числе и бычка-цуцика, и в естественном, и в приобретенном ареале – преобладание личиночных форм паразитов [6]. В их жизненных циклах бычок играет роль дополнительного хозяина, круг дефинитивных хозяев данных видов широк – хищные рыбы, рыбоядные птицы, плотоядные млекопитающие. Личинку метацеркарии *Paracoenogonimus ovatus*, возбудителя параценогонимоза, ряд ис-

Метазойные паразиты бычка-цуцика в притоках Саратовского водохранилища

Паразит/локализация	р. Студеный Ерик	р. Сок
Monogenea		
Gyrodactylus proterorhini Ergens,1967/жабры	14,29(1 – 4) / 0,29	–
Cestoda		
Triaenophorus crassus Forel, 1868, pl./мышцы туловища	42,86(1 – 2) / 0,48	4,55(1) / 0,05
Trematoda		
Nicolla skrjabini (Iwanitzky,1928) /кишечник	–	86,36(2 – 48) / 10,55
Apatemon gracilis (Rudolphi, 1819), mtc./брыжейка, полость головного мозга	4,76(7) / 0,33	9,09(2) / 0,18
Apharhyngostrigea cornu (Zeder, 1800), mtc./полость тела, серозная оболочка внутренних органов	33,33(1–12) / 1,57	13,64(1 – 4) / 0,27
Diplostomum sp., mtc./хрусталик глаза	4,76(1) / 0,05	–
Holostephanus cobitidis Opravilova, 1968, mtc. / мышцы жаберной крышки	4,76(24) / 1,14	9,09(1 – 2) / 0,14
Paracoenogonimus ovatus Katsurada, 1914, mtc./мышцы туловища	9,52(1 – 231) / 11,05	–
Chromadorea		
Contracaecum microcephalum (Rudolphi, 1809), juv./ серозные покровы внутренних органов, печень	19,05(1 – 3) / 0,29	4,55(1) / 0,05
Bivalvia		
Unionidae gen. sp., lrv./жабры	38,10(1 – 11) / 1,62	–
Ichthyostraca		
Argulus foliaceus (Linnaeus, 1758)/жабры	4,76(1) / 0,05	4,55(2) / 0,10
Arachnida		
Hydrachnellae sp., lrv./хвостовой плавник	4,76(1) / 0,05	–
Итого видов паразитов	**11**	**7**
Общая зараженность, %	**85,71**	**90,91**

Примечание. Числитель – экстенсивность инвазии (%), в скобках – интенсивность инвазии (экз.), в знаменателе – индекс обилия, «–» – отсутствие паразита.

следователей относят к числу опасных для здоровья человека [14].

Среди выявленных видов некоторые отличаются высокой патогенностью по отношению к хозяину. Паразитирующий на жабрах рачок *Argulus foliaceus* («карповая вошь») – возбудитель аргулеза, метацеркарии р. *Diplostomum* вызывают паразитарную катаракту рыб (хроническая форма диплостомоза), проявляющуюся в помутнении хрусталика. Плероцеркоиды *T. crassus*, возбудителя триенофороза, травмируют мышечные ткани хозяина, а после гибели через 1 – 2 года с момента заражения являются причиной образования у рыб воспалительных очагов и язв. Высокопатогенная для мальков метацеркария *Apharhyngostrigea cornu* при значительной численности вызывает кастрацию, поражение почек и гибель хозяев [3, 14].

Большинство из обнаруженных паразитов – распространенные виды, встречаются у рыб разных семейств и отрядов. Узкоспецифичны бычкам семейства Gobiidae только моногенея *Gyrodactylus proterorhini*, цестода *T. crassus* («южная» форма лентеца) и трематода *Apatemon gracilis*. Данные виды-вселенцы регистрируют в Саратовском водохранилище с 2009 г. [9, 19], их появление в водоеме тесным образом связано с полноценной натурализацией понто-каспийских бычков. Личинка сосальщика *Holostephanus cobitidis*, приуроченная к бычкам и обыкновенной щиповке *Cobitis taenia*, – аборигенный паразит бассейна Волги. Наши исследования показали, что появление чужеродных рыб привело к значительному росту популяции данного паразита у местного хозяина (обыкновенной щиповки) [19].

Еще один чужеродный гельминт в составе паразитофауны тупоносого бычка – трематода *N. skrjabini*. Сосальщик, чей нативный ареал ограничен реками Азово-Черноморского бассейна [7], представляет собой яркий пример «сопряженной инвазии», когда натурализация одного или нескольких видов способствовала вселению других [12]. В реализации жизненного цикла гельминта принимают участие инвазивные виды беспозвоночных и позвоночных – брюхоногий моллюск *Lithoglyphus naticoides*, амфиподы-вселенцы (рр. *Dikerogammarus*, *Pontogammarus*, *Chaetogammarus*), понто-каспийские бычки (кругляк, головач, цуцик, песочник) – основные дефинитивные хозяева червя [19, 20].

Состав макропаразитов и показатели зараженности тупоносого бычка в исследованных водотоках существенно различались. У рыб, отловленных в р. Студеный Ерик, обнаружено 11 видов и неопределенных до вида форм метазойных паразитов, что составляет 91,7 % от всего зарегистрированного в изучаемых водотоках видового разнообразия. Таксономический состав паразитов бычка-цуцика в условиях этого малого пойменного волжского притока обусловлен, в первую очередь, гидрологическими и гидробиологическими характеристиками реки (крайне замедленное течение, сильно заиленное дно, высокая степень зарастаемости высшей водной растительностью). Подобные условия благоприятны для развития как лимнофильных бентосных и планктонных беспозвоночных, участников жизненных циклов гельминтов, так и эктопаразитов.

Учитывая отсутствие в р. Студеный Ерик близкородственных видов бычковых рыб (кругляка, головача), предпочитающих каменистую литораль, регистрация узкоспецифичной моногенеи *G. proterorhini* у бычка-цуцика может свидетельствовать о высокой плотности его популяции в данной точке от-

лова. В составе паразитов *P. semilunaris* исследованного водотока не выявлено выраженных доминантов. Согласно рассчитанному индексу Ковнацки-Палия четыре вида (*T. crassus*, *A. cornu*, *P. ovatus* и глохидии унионидных моллюсков) имеют статус субдоминантов ($1< D_i<10$), индекс доминирования других видов существенно ниже.

В устьевом участке р. Сок бычок-цуцик инвазирован 7 видами многоклеточных паразитов, что составляет лишь 58,3 % от всего установленного в изучаемых водотоках видового разнообразия. В нем присутствовал ярко выраженный доминант – чужеродная трематода *N. skrjabini*. Высокие значения встречаемости и средней плотности сосальщика в популяции хозяина указывают на значительную роль бокоплавов в питании тупоносого бычка. Индекс доминирования Ковнацки-Палия, рассчитанный на основе частоты встречаемости и относительного обилия червей, составил для *N. skrjabini* 80,46.

Согласно рыбохозяйственной шкале устьевой участок р. Сок по состоянию кормовой базы бентосоядных рыб характеризуется как «высококормный». В составе бентоса зарегистрировано более 130 видов донных беспозвоночных с высокими показателями численности (до 33600 экз/м^2) и биомассы (до 102,7 г/м^2 без учета крупных моллюсков) [5, 17]. Участок реки расположен в зоне подпора от Саратовского водохранилища и, несомненно, именно это имеет важнейшее значение для формирования фауны водотока.

Паразитофауны тупоносого бычка в двух малых волжских притоках имеют относительно низкое сходство видового состава – лишь 6 видов паразитов обнаружили и там, и там (индекс Чекановского-Съеренсена I_{cs}=0,4). Следует отметить также, что три из четырех специфичных бычковых гельминтов выявлены у хозяина в обоих водоемах.

Заключение. Выявленные паразиты тупоносого бычка в двух притоках Саратовского водохранилища имеют относительно низкое видовое сходство из-за различий в спектре питания и условиях обитания рыб. Высокая общая зараженность исследованных выборок макропаразитами свидетельствует о полноценной натурализации чужеродного бычка в нижнем течении малых волжских притоков. Расселение бычка-цуцика в реках – один из векторов инвазии для чужеродных видов гельминтов. В устьевом участке р. Сок тупоносый бычок играет значительную роль в реализации жизненного цикла кишечного сосальщика *N. skrjabini*.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства высшего образования и науки России (тема № 1024032600218-3-1.6.20 «Влияние изменений природно-климатических условий на состояние биоразнообразия и функционирование природных и антропогенно-измененных экосистем»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Богуцкая Н.Г., Болдырев В.С., Насека А.М. Бычки Neogobiinae (Teleostei, Gobiidae) в экосистемах Евразии и североамериканских Великих озер. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. СПб. Т-во науч. изд. КМК, 2004; 290 – 319.

2. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985; 121.

3. Воронин В.Н., Кузнецова Е.В., Стрелков Ю.А., Чернышева Н.Б. Болезни рыб в аквакультуре России. Практическое руководство. С.-Петербург. ГосНИОРХ, 2011; 263.

4. Галанин И.Ф. К вопросу о расселении бычков родов Neogobius и Proterorhinus в прибрежье Куйбышевского водохранилища. Российский журнал биологических инвазий. 2012; 1:32 – 38.

5. Головатюк Л.В., Абросимова Э.В. Состав, распределение и структурные показатели донных сообществ равнинной реки бассейна Нижней Волги (на примере р. Сок). Вестник ТГУ. 2015; 20(6):1579 – 1585.

6. Жохов А.Е., Пугачева М.Н., Молодожникова Н.М. Паразиты вселенца Proterorhinus semilunaris (Pisces,

Gobiidae) в Рыбинском водохранилище и список паразитов бычков рода Proterorhinus в Евразии. Российский журнал биологических инвазий. 2016; 4:24 – 40.

7. Жохов А.Е., Пугачева М.Н., Молодожникова Н.М., Беречикидзе И.А. Чужеродные виды паразитов рыб в бассейне Волги: обзор данных по числу видов и распространению. Российский журнал биологических инвазий. 2019; 1:38 – 55.

8. Козловская С.И. Бычки в Саратовском водохранилище. Вопросы ихтиологии. 1997; 37(3):420.

9. Минеева О.В., Минеев А.К. Чужеродная цестода Triaenophorus crassus Forel, 1868 (Cestoda, Pseudophyllidea) у рыб Саратовского водохранилища. Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2019; 161(2):325 – 338.

10. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. Паразитические многоклеточные (первая часть). Л.: Наука, 1985; 425.

11. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (вторая часть). Л.: Наука, 1987; 583.

12. Орлова М.И. Биологическая инвазия – горнило для эволюции? Экологическая генетика человека. 2011; 9(3):33 – 46.

13. Слынько Ю.В., Дгебуадзе Ю.Ю., Новицкий Р.А., Христов О.А. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы. Российский журнал биологических инвазий. 2010; 4:74 – 89.

14. Судариков В.Е., Ломакин В.В., Атаев А.М., Семенова Н.Н. Метацеркарии трематод – паразиты рыб Каспийского моря и дельты Волги. Метацеркарии трематод – паразиты гидробионтов России. М.: Наука, 2006; 2:183.

15. Шашуловский В.А., Ермолин В.П. Состав ихтиофауны Волгоградского водохранилища. Вопросы ихтиологии. 2005; 45(3):324 – 330.

16. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003; 463.

17. Экологический паспорт р. Сок. Под ред. Г.С. Розенберга, Т.Д. Зинченко. Тольятти. 2007; 126.

18. Gendron A.D., Marcogliese D.J., Thomas M. Invasive species are less parasitized than native competitors, but for how long? The case of the round goby in the Great Lakes-St. Lawrence Basin. Biological Invasions. 2012; 14:367 – 384.

19. Mineeva O.V. The trematoda fauna of Ponto-Caspian gobies (Pisces, Gobiidae) in the Saratov reservoir.Russian Journal of Biological Invasions. 2019; 10(1):22 – 29

20. Mineeva O.V., Mineev A.K. The first data on parasites of monkey goby Neogobius fluviatilis (Perciformes, Gobiidae) in the Saratov reservoir. Russian Journal of Biological Invasions. 2020; 11(4):341 – 347.

21. WoRMS – World Register of Marine Species (Электронный ресурс). (http://www.marinespecies.org). Accessed on 13.03.2025.

УДК 619: 636.2:612.621

ВЛИЯНИЕ IBMX И ПРОЛАКТИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТАТУС РАЗМОРОЖЕННЫХ СПЕРМАТОЗОИДОВ БЫКОВ

Виталий Юрьевич Денисенко, д.б.н., старший научный сотрудник, den.vitaly2016@yandex.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – Филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

С помощью хлортетрациклинового теста изучили влияние 3-изобутил-1-метилксантина (IBMX, ингибитор фосфодиэстеразы) и пролактина (ПРЛ) на функциональный статус размороженных сперматозоидов быков. Для оценки акросомной реакции сперматозоиды предварительно инкубировали 4 часа в присутствии эстрадиола (1 мкг/мл), затем обрабатывали LPC (соединение, стимулирующее акросомную реакцию). Инкубирование в присутствии различных концентраций (1 – 100 мкМ) IBMX повышало число капацитированных и снизило количество акросома-реактивных сперматозоидов, причем эти показатели были одинаковыми для всех концентраций IBMX. Добавление ПРЛ (10 нг/мл) стимулировало в сперматозоидах на стадии акросомной реакции увеличение числа акросома-реактивных и уменьшение капацитированных клеток. После обработки замороженных/оттаянных сперматозоидов соединением Ro 31-8220 (ингибитор протеинкиназы С), ПРЛ, добавленный в среду, снижал количество акросома-реактивных и увеличивал содержание капацитированных клеток. IBMX в этих условиях не изменял функциональный статус размороженных сперматозоидов, но в случае предварительного инкубирования с соединением H-89 (ингибитор протеинкиназы А) и последующем добавлении 100 мкМ IBMX число капацитированных клеток снижалось, а акросома-реактивных – увеличивалось. Соединение H-89 не влияло на действие ПРЛ. Таким образом, в присутствии эстрадиола влияние IBMX на функциональный статус замороженных сперматозоидов быков зависит от протеинкиназы А, воздействие ПРЛ опосредовано протеинкиназой С. **Ключевые слова:** криоконсервация, сперматозоиды быков, функциональный статус, пролактин, IBMX.

Effect of IBMX and prolactin on the functional status of frozen bull sperm

V.Yu. Denisenko, PhD in Biology, Senior researcher, den.vitaly2016@yandex.ru
All-Russian research institute of genetics and breeding of farm animals – the branch of Federal Research Center Livestock – AUIAB academician L.K. Ernst

Using the chlortetracycline test, the effect of 3-isobutyl-1-methylxanthine (IBMX) and prolactin (PRL) on the functional status of frozen bovine spermatozoa was studied. To study the acrosome response, spermatozoa were preincubated in the presence of estradiol (1 μg/ml) for 4 hours and then treated with LPC (a compound that stimulates the acrosome response). Incubation in the presence of IBMX at various concentrations (1 – 100 μM) led to an increase in the number of capacitated and a decrease in acrosome-reactive sperm; these indicators were the same for all IBMX concentrations studied. The addition of PRL (10 ng/ml) stimulated an increase in the number of acrosome-reactive cells and a decrease in capacitated cells in spermatozoa at the stage of the acrosome reaction. After treatment of frozen/thawed spermatozoa with the protein kinase C inhibitor compound Ro 31-8220, the addition of PRL led to a decrease in the number of acrosome-reactive cells and an increase in capacitated cells; IBMX under these conditions did not change the functional status of frozen spermatozoa. At the same time, preincubation in the presence of the protein kinase A inhibitor compound H-89 and subsequent addition of IBMX (100 μM) caused a decrease in the number of capacitated cells and an increase in acrosome-reactive cells, while the presence of H-89 had no effect on the effect of PRL. Thus, in frozen bovine spermatozoa in the presence of estradiol, protein kinase A is involved in the effect of IBMX on the functional status of frozen bovine spermatozoa, while the effect of PRL is mediated by protein kinase C. **Key words:** cryopreservation, bull sperm, functional status, prolactin, IBMX.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.36-39

Процесс криоконсервации изменяет жизнеспособность сперматозоидов, около 50 % клеток получают повреждения [10]. Снижение оплодотворяющей способности может быть связано с рядом причин, одна из них – появление в сперме изменений, подобных капацитации. На сперматозоидах буйвола показано, что замораживание/оттаивание существенно увеличивало количество капацитированных клеток [7]. Эта процедура изменяла состояние мембран сперматозоидов, они становились функционально похожи на капацитированные или

акросома-реактивные клетки [5]. Одновременно значительно повреждался подвижной аппарат, плазматическая мембрана и акросомальный колпачок [2].

IBMX при инкубировании сперматозоидов человека увеличивал количество капацитированных клеток [8], тогда как пролактин (ПРЛ) не влиял на их статус и свойства [9].

Цель данной работы – изучить влияние IBMX и пролактина на функциональный статус размороженных сперматозоидов быков.

Материалы и методы. При проведении экспериментов использовали замороженную сперму быков черно-пестрой породы, в каждом опыте от трех разных производителей. Для замораживания эякулят смешивали при 27 ^{0}C с разбавителем в соотношении 1:1, охлаждали до 18 – 22 ^{0}C, вновь разбавляли, фасовали и проводили эквилибрацию (экспозиция при 4 ^{0}C в течение 3 – 4 часов). Замораживали гаметы в течение 7,5 минут до температуры минус 145 ^{0}C. Контейнер с образцами помещали в жидкий азот (минус 196 ^{0}C).

Размораживали соломины со спермой на водяной бане (38 ^{0}C) в течение минуты. Семенную плазму удаляли 2-кратным центрифугированием (по 10 минут при 500 g) в среде Sp-TALP (100 мМ NaCl; 3,1 мМ KCl; 25 мМ $NaHCO_3$; 0,3 мМ NaH_2PO_4; 21,6 мМ лактат натрия; 0,5 мМ $CaCl_2$; 0,4 мМ $MgCl_2$; 10 мМ HEPES; 1 мМ пируват натрия и 0,1 % поливинилалкоголя). Капацитацию спермы выполняли в среде Sp-TALP с добавлением 6 мг/мл бычьего сывороточного альбумина (БСА). Клетки инкубировали 4 ч при 38 ^{0}C в атмосфере 5 % CO_2 и 95 % влажности в присутствии гепарина (5 мкг/мл) и эстрадиола (1 мкг/мл). Акросомную реакцию активировали, добавляя к предварительно капацитированным сперматозоидам 100 мкМ лизофосфатидилхолина. Для оценки влияния различных концентраций IBMX на акросомную реакцию обработанных эстрадиолом гамет из размороженной спермы быков создали пять экспериментальных групп. Первая – контрольная, без добавок (К); вторая – К+100 мкМ IBMX; третья – К+50 мкМ IBMX; четвертая – К+10 мкМ IBMX и пятая – К+1 мкМ IBMX.

Влияние ингибиторов протеинкиназ А и С (Ro 31-8220 и H-89 соответственно) на активированную IBMX и ПРЛ акросомную реакцию в обработанных эстрадиолом размороженных сперматозоидах быков определяли на девяти экспериментальных группах: первая – контрольная (К); вторая – К+100 мкМ IBMX; третья – К+10 нг/мл ПРЛ; четвертая – К+10 нг/мл Ro 31-8220; пятая – К+10 нг/мл Ro 31-8220+100 мкМ IBMX; шестая – К+10 нг/мл Ro 31-8220+10 нг/мл ПРЛ; седьмая – К+10 нг/мл H-89; восьмая – К+10 нг/мл H-89+100 мкМ IBMX и девятая – К+10 нг/мл H-89+10 нг/мл ПРЛ.

Через 30 мин инкубирования (продолжительность акросомной реакции) из каждой экспериментальной смеси брали по 20 мкл клеточной суспензии и смешивали с 20 мкл 750 мкМ раствора хлортетрациклина (ХТЦ), приготовленного в среде, содержащей 130 мМ NaCl; 5 мМ L-цистеина и 20 мМ Трис, (pH 7,8). Затем в эту смесь для фиксации добавляли 10 мкл 25 % глутаральдегида в 1мМ Трисе (pH 7,4) до конечной концентрации 0,1 %.

Клетки оценивали с помощью микроскопа Zeiss с фазовым контрастом и эпифлуоресцентной оптикой (возбуждение при 400 – 440 нм и излучение при 470 нм) в соответствии с тремя типами флуоресценции ХТЦ: клетки с равномерной флуоресценцией всей головки считали некапацитированными (непрошедшими стадию капацитации); сперматозоиды с наличием свободного от флуоресценции участка в постакросомальной зоне – капаци-

тированными (завершившими стадию капацитации); с нефлуоресцирующей головкой, за исключением тонкой яркой полосы в экваториальном районе, характерной для акросома-реактивных клеток (прошедшие стадию активации акросомы).

Достоверность различий сравниваемых средних значений для 4 – 5 независимых экспериментов оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента.

Результаты исследований. Существует определенная связь между жизнеспособностью сперматозоидов и количеством капацитированных – чем больше жизнеспособных гамет в среде с клетками, тем большее число капацитированных сперматозоидов отмечали среди них. Так, было показано, что добавление внеклеточных везикул из фолликулярной жидкости яичников коров в среду со сперматозоидами быков на 4 ч увеличивало количество жизнеспособных клеток в среде инкубирования и приводило к росту числа капацитированных сперматозоидов [6]. Капацитация и жизнеспособность являются важными взаимосвязанными показателями процесса жизнедеятельности сперматозоидов, однако молекулярные механизмы этого взаимодействия еще далеки от полного понимания.

Прежде в опытах со спермой быков мы установили, что инкубирование в присутствии дибутирил циклического монофосфата (dbcAMP) повышало концентрацию внутриклеточного циклического аденозинмонофосфата (цАМФ), а это увеличивало число жизнеспособных гамет. Но данный эффект наблюдали только в присутствии эстрадиола [1]. Следующий этап исследования – определить способность соединения, стимулирующего выработку цАМФ (в данном случае IBMX), в присутствии эстрадиола повысить число капацитированных сперматозоидов.

На рисунке 1 видно, что после инкубирования замороженных/оттаявших гамет в присутствии различных концентраций IBMX (1,0; 10,0; 50,0 и 100,0 мкМ) и 1 мкг/мл эстрадиола количество клеток на стадии капацитации стало больше, причем этот эффект не зависел от концентрации IBMX. Следовательно, IBMX увеличивал уровень цАМФ в клетках, только его действие направлено на ингибирование фосфодиэстеразы [4]. Таким образом, эстрадиол, добавленный к сперматозоидам быков в присутствии соединений, увеличивающих количество внутриклеточной цАМФ, повышал число капацитированных клеток. Принимая во внимание ранее доказанный факт роли эстрадиола в увеличении жизнеспособных клеток, можно предположить, что эстрадиол и соединение, поднимающее уровень цАМФ, обеспечивают связь между процессами капацитации и жизнеспособности сперматозоидов на молекулярном уровне.

В проведенных ранее экспериментах на замороженных сперматозоидах быков установили, что соединения, приводящие к росту числа капацитированных

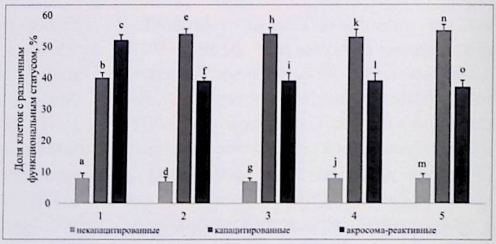


Рис. 1. Влияние различных концентраций IBMX на акросомную реакцию обработанных эстрадиолом размороженных сперматозоидов быков. Различия достоверны: b:e; b:h; b:k; b:n; c:f; c:i; c:l; c:o – P<0,001

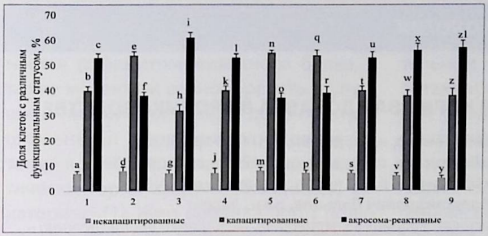


Рис. 2. Влияние ингибиторов протеинкиназы С и А на активированную IBMX и ПРЛ акросомную реакцию в обработанных эстрадиолом размороженных сперматозоидах быков. P<0,001 – различия достоверны при c:f; b:e; h:q; i:r; e:w; f:x; P<0,05 – при b:h; c:i

клеток, активируют протеинкиназу А, тогда как вещества, стимулирующие протеинкиназу С, не влияли на этот показатель [3]. Данные о действии ингибиторов протеинкиназ С (соединение Ro 31-8220, 10 нг/мл) и А (соединение Н-89, 10 мкМ) на функциональный статус обработанных эстрадиолом (1 мкг/мл) замороженных/оттаявших сперматозоидов быков показаны на рисунке 2. После нагрузки клеток эстрадиолом IBMX в дозе 100 мкМ увеличил количество капацитированных и уменьшил число акросома-реактивных. Обработка сперматозоидов ПРЛ (10 нг/мл) вызывала обратный эффект – стало больше акросома-реактивных и меньше капацитированных.

Ингибиторы протеинкиназ С и А не оказывали влияния на функциональный статус сперматозоидов. IBMX, добавленный в среду с клетками, обработанными ингибитором протеинкиназы С, также не изменял состояние сперматозоидов, тогда как ПРЛ, внесенный в такую же среду, увеличивал содержание капацитированных и снижал число акросома-реактивных клеток. В присутствии ингибитора протеинкиназы А IBMX уменьшал количество капацитированных и повышал долю акросома-реактивных клеток, тогда как ПРЛ при этом ингибиторе на функциональный статус сперматозоидов не влиял.

Заключение. Различные концентрации IBMX в присутствии эстрадиола в замороженных/размороженных сперматозоидах быков стимулировали их капацитацию. Влияние IBMX на функциональный статус гамет связано с протеинкиназой А, воздействие ПРЛ – опосредовано с протеинкиназой С.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема государственного задания НИОКТР 124020200127-7).

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко В.Ю., Кузьмина Т.И. Влияние сверхнизких температур на функционирование элементов цитоскелета, активность протеинкиназ и жизнеспособность сперматозоидов быков. Зоотехния. 2024; 4:26 – 29.

2. Ahmad M., Nasrullah R., Riaz H., Sattar A., Ahmad N. Changes in motility, morphology, plasma membrane and acrosome integrity during stages of cryopreservation of buck sperm. Journal of the south african veterinary association. 2014; 85(1):972, 973.

3. Breininger E., Cetica P.D., Beconi M.T. Capacitation inducers act through diverse intracellular mechanisms in cryopreserved bovine sperm. Theriogenology. 2010; 74:1036 – 1049.

4. Corbin J.D., Francis S.H. Pharmacology of phosphodiesterase-5 inhibitor. International journal of clinical practice. 2002; 56(6):453 – 459.

5. Cormier N., Bailey J.L. A differential mechanism is involved during heparin and cryopreservation induced capacitation of bovine spermatozoa. Biology of reproduction. 2003; 69:177 – 185.

6. Hasan M., Reshi Q., Lattekivi F., Vill J., Godakumara K. et al. Bovine follicular fluid derived extracellular vesicles modulate the viability, capacitation and acrosome reaction of bull spermatozoa. Biology. 2021; 10(1154):1 – 20.

7. Kadirvel G., Satish K., Kumaresan A., Kathiravan P. Capacitation status of fresh and frozen-thawed buffalo spermatozoa in relation to cholesterol level, membrane fluidity and intracellular calcium. Animal reproduction science. 2009; 116:244 – 253.

8. Piroozmanesh H., Jannatifar R., Ebrahimi S.M., Fazaeli H., Naserpoor L. et al. Cyclic adenosine monophosphate (cAMP) analog and phosphodiesterase inhibitor (IBMX) ameliorate human sperm capacitation and motility. Revista internacional de andrologia. 2022; 1:24 – 30.

9. Stovall D.W., Shabanowitz R.B. The effects of prolactin on human sperm capacitation and acrosome reaction. Fertility and sterility. 1991; 56(5):960 – 966.

10. Watson P.F. Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. Reproduction, fertility and development. 1995; 7:871 – 891.

УДК 636.92:661.155.3

МНОГОКОМПОНЕНТНАЯ КОРМОВАЯ ДОБАВКА В КРОЛИКОВОДСТВЕ

Дмитрий Витальевич Гончар, к.б.н., доцент, san111194@mail.ru
Валентина Михайловна Бачинская, д.б.н., доцент, bachinskaya1980@mail.ru
Федор Иванович Василевич, д.в.н., профессор, академик РАН
Александр Александрович Дельцов, д.в.н., доцент
ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина» (г. Москва)

Кролиководство благодаря раннему созреванию животных и их высокой плодовитости имеет большой потенциал в короткие сроки увеличить объемы производства мяса. Одно из направлений развития – повышение продуктивности животных за счет применения современных кормовых добавок. В представленной статье описаны результаты действия многокомпонентной кормовой добавки на основе льняного масла на мясную продуктивность кроликов. Опыт показал, что валовый прирост массы тела за период эксперимента в опытной группе был выше, чем таковой в контрольной, на 9,9 % и составил 1,33±0,13 кг. Убойный выход тушек увеличился на 0,8 % по сравнению с контролем. **Ключевые слова:** жирные кислоты, Омега-3, Омега-6, убойный выход, кролиководство.

Using a multi-component feed additive in rabbit breeding

D.V. Gonchar, PhD in Biology, Associate professor, san111194@mail.ru
V.M. Bachinskaya, PhD in Biology, Associate professor, bachinskaya1980@mail.ru
F.I. Vasilevich, PhD in Veterinary Sciences, Professor, Academician of the RAS
A.A. Deltsov, PhD in Veterinary Sciences, Associate professor
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin (Moscow)

Rabbit breeding has great potential for increasing the volume of raw material and product production in a short time, which is associated with high fertility and early maturation of rabbits. The vector of development is the search for ways to increase the productivity of rabbits through the use of modern feed additives. The presented article describes the results of studies of the effect of a multicomponent feed additive based on linseed oil on the indicators of meat productivity of rabbits. The conducted studies showed that the gross gain in live weight for the entire period of the experiment in the experimental group was higher than in the control group by 9,9 % and amounted to 1,33±0,13 kg. The slaughter yield of experimental rabbits increased by 0,8 % compared to the control. **Key words:** fatty acids, Omega-3, Omega-6, slaughter yield, rabbit breeding.

DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.40-44

Кролиководство имеет большие потенциальные возможности увеличить в короткие сроки объемы производства сырья и продукции благодаря высокой плодовитости и раннему созреванию животных [1]. В соответствии с утвержденной Правительством РФ «Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» перед кролиководами поставлены новые цели и задачи, направленные на расширение отрасли в системе АПК [9]. Вектор развития – поиск путей повышения продуктивности животных, на которую существенно влияют породные особенности, условия содержания, кормления, возраст и сроки убоя [9, 12]. При правильно организованной технологии содержания и кормления рационы животных должны содержать сбалансированный комплекс питательных веществ, витаминов, микроэлементов и биологически активных соединений [8, 11]. Особое внимание следует обращать на инновационные биологически активные добавки к кормам, которые способны улучшать пищеварение, укреплять иммунитет, формировать каскад биологических реакций, направленных на рост и развитие животного [8, 12].

По прогнозам экспертов ФАО (Международной организации по продовольствию при ООН) в ближайшие годы мясо

кроликов будет занимать значительное место в питании человека. Это объясняется дефицитом животного белка, а также желанием разнообразить и улучшить питание, особенно детское в дошкольных и школьных учреждениях, а также в лечебных и лечебно-профилактических организациях (больницах, санаториях) [1]. Жир кролика богат полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), причем ненасыщенных кислот в нем в 1,5 раза, а полиненасыщенных – в 8 раз больше, чем в говядине и баранине. Соотношение ненасыщенных кислот к насыщенным составляет 2:1, что свидетельствует о высокой биологической ценности [1, 6, 7].

В кормлении животных и птиц жиры – один из важных нутриентов, энергетический и пластический материал, источник эссенциальных полиненасыщенных кислот, жирорастворимых витаминов и различных биологически активных соединений. Растительные масла, в отличие от животных жиров, содержат богатый набор ПНЖК, которые являются структурными элементами биомембран клеток. К биологически активным компонентам растительных масел, обеспечивающим нормальный липидный обмен, в первую очередь относятся линолевая (омега-6) и линоленовая (омега-3) ПНЖК. Эти кислоты не синтезируются в организме животных и человека, и они должны обязательно поступать с кормом [4, 13, 14]. Мировой опыт свидетельствует, что оптимальное соотношение омега-6 и омега-3 должно составлять 4:1, в то время как в типичном современном рационе оно равно 10:1 и более. Источником омега-6 и омега-3 жирных кислот являются растительные масла. Зарубежные исследования установили, что дополнительные омега-3 жирные кислоты в рационе повышали резистентность и продуктивность птицы, изменяли содержание и соотношение жирных кислот в яйце в положительном направлении [13]. В других работах зарубежные и отечественные ученые доказали, что ПНЖК увеличивали резистентность организма животных, их продуктивность и улучшали конверсию корма. Основной источник омега-3 полиненасыщенных жирных кислот – рыбий жир и жиры других гидробионтов. Альтернативой им может служить масло из семян льна [5, 10, 15].

В животноводстве, в том числе и в кролиководстве, широко используют различные кормовые добавки, способствующие повышению продуктивности животных и получению экологически безопасной и полноценной продукции [8]. Другими словами, залог успеха в реализации стоящих задач – полноценные по всем показателям питательности рационы и правильно подобранные биологически активные добавки. В доступной литературе информации о применении кормовых добавок на основе льняного масла в кролиководстве не обнаружили, что позволяет считать наши исследования актуальными.

Цель работы – изучить влияние многокомпонентной кормовой добавки на основе льняного масла на мясную продуктивность кроликов.

Материалы и методы. В эксперименте использовали многокомпонентную кормовую добавку, в 1 л которой в качестве действующих веществ входят: масло льняное – 560 мл; витамин А – 675 000 МЕ; витамин D_3 – 130 000 МЕ; витамин Е – 2,7 г; витамин С – 3 г; селен органический – 3,7 мг; L-3,5-дийодтирозин – 0,33 г (йод органический – 0,165 г) и вспомогательных веществ: этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) – 50 мг; сорбат калия – 0,7 г; лимонная кислота – 5 г; Твин-80 – 100 г; ВНА – 60 мг; аскорбил-

Таблица 1

Результаты взвешивания кроликов, X ± Sx

Показатель		Группа	
		Опытная (n=20)	Контрольная (n=20)
Масса тела, кг	50 дней	2,07±0,05	2,02±0,08
	120 дней	3,4±0,08	3,23±0,09
Среднесуточный прирост за опыт, г		22,2±1,43	20,23±1,89
% к контролю		109,7	100
Прирост массы тела за опыт, кг		1,33±0,13	1,21±0,09

*$P \leq 0,05$

пальмитат – 100 мг; Агидол – 60 мг; моноглицерид – 5,4 г; вода – до 1000 мл.

Отобрали 40 кроликов породы Белый великан в возрасте 50 дней, распределили их на две группы по принципу аналогов. Животные опытной группы (n=20) вместе со стандартным рационом в течение 40 дней получали многокомпонентную кормовую добавку в дозе 25 л на 1 тонну корма. Экспериментальный корм готовили с применением смесителя непрерывного действия с вращающейся камерой. Кроликам контрольной группы (n=20) в рацион добавку не вводили. Во время опыта животные обеих групп находились в одинаковых условиях, за ними регулярно наблюдали. Обращали внимание на поведение, поедаемость корма, качество и состояние шерстного покрова, цвет слизистых оболочек, наличие и характер выделений из носа, вид фекалий, каждые 10 дней взвешивали. В возрасте 120 дней их подвергли убою. Мясную продуктивность оценивали по массе тела перед убоем, массе тушки и убойному выходу (отношение массы тушки к массе тела, выраженное в процентах).

Полученные данные статистически обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики с помощью программы Microsoft Excel. Достоверность различий сравниваемых величин оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента.

Результаты исследований и обсуждение. Витамины, входящие в состав изучаемой многокомпонентной кормовой добавки, выполняют свою основную задачу – регуляция биохимических процессов, составляющих основу обмена веществ. В составе ферментных систем они играют роль катализаторов, влияющих на скорость использования питательных веществ корма [2]. Нормализация обменных процессов имеет решающее значение в наборе массы тела животными.

Результаты индивидуального взвешивания подопытных кроликов показали, что многокомпонентная кормовая добавка на основе льняного масла положительно повлияла на прирост массы тела. Из представленных в таблице 1 данных видно, что в начале опыта масса тела молодняка опытной и контрольной групп не отличалась. В возрасте 120 дней у животных опытной группы она была выше – 3,4 кг, против 3,23 кг в контрольной группе. Среднесуточный прирост также был больше, чем таковой в контрольной группе, на 9,7 % (22,2 г и 20,23 г). Валовый прирост массы тела кроликов опытной группы за весь период эксперимента составил 1,33 кг, превысив контрольный на 9,9 %.

Показатели убойной массы животных дают общее представление о количественной стороне их мясной продуктивности. Сбалансированное кормление оказывает непосредственное влияние

Таблица 2

Убойный выход и морфологический состав тушек кроликов

Показатель	Группа	
	Опытная	Контрольная
Масса тела перед убоем, кг	3,4±0,04*	3,23±0,07
% к контролю	105,3	100
Масса парной тушки (без внутренних органов), кг	1,76±0,06	1,65±0,05
% к контролю	106,7	100
Убойный выход, %	52,5±0,57	51,7±0,99
Мышечная ткань, кг	1,35±0,05	1,27±0,04
% к контролю	106,3	100
% к массе тушки	76,9±0,61	76,2±1,4
Кости, кг	0,27±0,01	0,25±0,02
% к контролю	108	100
% к массе тушки	15,42±0,69	15,08±0,67
Жир, кг	0,14±0,01	0,13±0,01
% к контролю	108,7	100
% к массе тушки	8,43±0,89	8,08±0,14

*$P \leq 0,05$

на морфологический состав тушек подопытных кроликов, который отражает количественное соотношение мышечной, жировой, костной и соединительной тканей, при применении в рационах тех или иных препаратов и кормовых добавок [3].

Результаты предубойного взвешивания кроликов и послеубойного тушек всех подопытных животных, а также морфологический состав тушек приведены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что масса парных тушек опытной группы на 6,7 % выше, чем в контроле, тогда как предубойная масса кроликов – только на 5,3 %. Основным показателем мясной продуктивности является убойный выход. В нашем опыте у животных, получавших с кормом добавку, он увеличился на 0,8 % по сравнению с контрольной группой.

В тушках кроликов опытной группы было больше съедобных частей: мышечной ткани – на 6,3 %, жира – на 8,7 % относительно контроля. Отмечено также, что у животных опытной группы повышение доли жировой ткани по отношению к массе тушки – 8,43 % против 8,08 % в контроле. Кроличий жир содержит больше, чем у других сельскохозяйственных животных, полинасыщенных жирных кислот, помимо этого, отношение ненасыщенных кислот к насыщенным у кроликов больше [1].

Заключение. Многокомпонентная кормовая добавка на основе льняного масла в рационе кроликов оказала положительное влияние на их продуктивность – увеличилась масса тела, повысился убойный выход, стало больше съедобных частей (мышечная ткань и жир) в тушках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакирев Н.А. Современное состояние кролиководства в России и перспективы его развития. Кролиководство и звероводство. 2023; 3:7 – 15.

2. Бачинская В.М., Дельцов А.А., Гончар Д.В. Важность полноценного белкового, минерального и витаминного кормления кроликов. Ветеринарная морфология и патология. 2023; 2:17 – 25.

3. Бачинская В.М., Дельцов А.А., Гончар Д.В., Мысик А.Т. Эффективность применения комплексного препарата на основе белкового гидролизата в кролиководстве. Зоотехния. 2024; 9:18 – 21.

4. Вертипрахов В.Г., Егоров И.А., Андрианова Е.Н., Грозина А.А. Физиологические аспекты использования

разных растительных масел в кормлении цыплят-бройлеров (Gallus Gallus L.). Сельскохозяйственная биология. 2020; 55(6):1159 – 1170.

5. Дельцов А.А., Бачинская В.М., Гончар Д.В. Современное состояние и проблемы липидного питания. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024; 8:118 – 125.

6. Калугин Ю.А., Федотова О.И. Жирнокислотный состав жиров пушных зверей и кроликов. Кролиководство и звероводство. 2017; 33.

7. Калугин Ю.А., Балакирев Т.А., Федорова О.И. Мясная продуктивность кроликов. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2015; 10:38 – 43.

8. Княжеченко О.А., Золотарева А.Г., Мосолов А.А., Горлов И.Ф. Применение кормовой добавки на основе растительного жмыха и лактулозы в рационах кроликов на откорме. Аграрно-пищевые инновации. 2022; 4(20):82 - 91.

9. Комлацкий Г.В. Отечественное кролиководство в контексте реализации стратегических приоритетов до 2030 года. Кролиководство и звероводство. 2023; 2:18 – 23.

10. Куберская А.П., Подгурская В.В. Омега-3 жирные кислоты: перспективные растительные источники и воздействие на организм. Научный вестник Омского государственного медицинского университета. 2023; 3(9): 95 – 107.

11. Ларина Ю.В., Яппаров И.А., Папаев Р.М. и др. Влияние селецела на продуктивность и качество мяса кроликов. Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2021; 3(18):56 – 60.

12. Леонов И. И., Головачева Н.А., Селиванова И.Р., Хорева Т.И. Влияние скармливания белковой кормовой добавки из муки Eisenia fetida на некоторые продуктивные показатели кроликов. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024; 4:141 – 148.

13. Околелова Т.М., Мансуров Р.Ш., Новиков В.А. Новый источник омега-3 жирных кислот в кормлении птицы. Птицеводство. 2012; 4:17, 18.

14. Околелова Т.М., Енгашев С.В. Особенности липидного питания птицы: проблемы и решения. Ветеринария. 2021; 7:48 – 53.

15. Семенова Ю.В., Улитько В.Е., Пыхтина Л.А., Назаров К.С. Морфобиохимический статус молодняка свиней на откорме при использовании в их рационах кормовых добавок «Полисол Омега-3» и «Омега-3 Актив». Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021; 1(53): 207 – 212.

УДК 619-615.33

ФАРМАКОКИНЕТИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА РОКСИОР® ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ КОШКАМ И СОБАКАМ

Сергей Владимирович Енгашев, д.в.н., академик РАН, профессор
ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», admin@vetmag.ru, ORCID:0000-0002-7230-0374
Александр Анатольевич Комаров, д.б.н., профессор РАН, профессор
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ), ORCID:0000-0003-2799-6760
Екатерина Сергеевна Енгашева, д.б.н., старший научный сотрудник
ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, e.engasheva@mail.ru, ORCID:0000-0002-4808-8799
Елизавета Николаевна Гончарова, к.х.н., заведующая лабораторией, goncharova.e@vetmag.ru, ORCID:0000-0002-2207-3257
Сергей Владимирович Козлов, старший научный сотрудник
ООО «МИП «Академия инноваций», ksv-17@mail.ru, ORCID:0009-0000-8124-0441

Изучили фармакокинетику лекарственного препарата для ветеринарного применения РОКСИОР® производства ООО «АВЗ С-П» (Россия). Выпускают его в виде таблеток для приема внутрь, в качестве действующего вещества содержит робенакоксиб, а также вспомогательные вещества. РОКСИОР® применяли собакам (n=6) и кошкам (n=6), в заданные сроки отбирали кровь и определяли в плазме содержание действующего вещества робенакоксиба.
Ключевые слова: РОКСИОР®, робенакоксиб, фармакокинетика, собаки, кошки.

Pharmacokinetics of the preparation ROXIOR when administered orally to cats and dogs

S.V. Engashev, PhD in Veterinary Science, Academician the RAS, Professor
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Scrjabin, admin@vetmag.ru
A.A. Komarov, PhD in Biology, Professor of the RAS, Professor
Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), akomarov1965@gmail.com
E.S. Engasheva, PhD in Biology, Senior researcher
All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – branch of FGBNU FSC VEEV RAS, e.engasheva@mail.ru
E.N. Goncharova, PhD in Chemistry, Head of the laboratory, goncharova.e@vetmag.ru
S.V. Kozlov, Older researcher
MIP LLC Academy of Innovations, ksv-17@mail.ru

We studied the pharmacokinetics of a medicinal product for veterinary use, Roxior, manufactured by AVZ S-P Ltd (Russia). It is produced in the form of tablets for oral administration, as an active ingredient, the medicine contains robenacoxib, as well as auxiliary substances. Roxior was administered to dogs (n=6) and cats (n=6), blood was taken at a specified time and analyzed for the content of the active substance robenacoxib. **Key words:** Roxior, robenacoxib, pharmacokinetics, dogs, cats.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.44-48

Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) находят все большее применение в ветеринарной медицине. Согласно статистике они стоят на втором месте по частоте использования после антибиотиков и являются лидером среди ненаркотических анальгетиков [1, 2]. Для НПВП характерно противовоспалительное, жаропонижающее и анальгезирующее действие, их широко применяют при травматологических, ревматологических, неврологических патологиях [4].

Новый лекарственный препарат РОКСИОР® производства ООО «АВЗ С-П» (Россия) содержит в качестве действующего вещества робенакоксиб и вспомогательные компоненты. Выпускают его в двух модификациях: таблетки для кошек, содержащие 6 мг робенакоксиба, и таблетки для собак с разным количеством робенакоксиба – 5 мг, 10 мг, 20 мг и 40 мг. Робенакоксиб – нестероидное противовоспалительное средство группы коксибов, является селективным специфическим ингибитором циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2) и оказывает противовоспалительное и анальгезирующее действие. Циклооксигеназа (ЦОГ) представлена в двух формах: ЦОГ-1 – конститутивная форма энзима, выполняет защитные функции, в том числе в желудочно-кишечном тракте и почках; ЦОГ-2 – индуцируемая форма энзима, отвечает за выработку медиаторов, включающих простагландин Е2 (ПГЕ2), вызывающих боль, воспаление и жар.

Цель исследования – изучить фармакокинетику препарата РОКСИОР® при пероральном введении кошкам и собакам.

Материалы и методы. Работа выполнена согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 6 марта 2018 г. № 101 [3] и в соответствии с правилами Европейской Конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей [5, 6]. Исследование провели на научно-исследовательских площадках ООО «МИП «Академия инноваций» (г. Москва), ООО МНИЦ «ОЗОС» (г. Москва), Центр содержания животных ООО «СВС-Н» (г. Сергиев Посад).

Фармакокинетику робенакоксиба, действующего вещества РОКСИОР®, изучили на 6 собаках и 6 кошках (табл. 1). Животных содержали индивидуально в вольерах, кормили промышленным сухим кормом, согласно установленным нормам для каждого вида и возраста, доступ к воде не ограничивали. На протяжении эксперимента каждую собаку и кошку ежедневно осматривали и оценивали общее состояние.

Таблица 1

Сведения об экспериментальных животных

Вид животного	Собаки	Кошки
Пол	♀,♂	♀,♂
Порода	Бигль	Беспородные
Возраст, г	1,5 – 2	2 –3
Масса, кг	37,2 – 43,1 масса животных в пределах ±20 % от средней по группе	3,9 – 5,3 масса животных в пределах ±20 % от средней по группе
Количество животных	6	6

Перед введением препарата животных не кормили в течение 12 ч. Биологический материал (кровь) у них брали до применения препарата и через 15, 30, 45 минут, 1 ч, 1,5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 и 24 ч после начала его использования. Контролировали концентрацию робенакоксиба в плазме крови животных, на основе полученных данных рассчитывали фармакокинетические параметры.

Исходя из литературных данных, для определения робенакоксиба выбрали метод ВЭЖХ-МС/МС, ввиду его универсальности, селективности и чувствительности [5, 6, 9, 10]. Плазму крови собак и кошек, не содержащую анализируемого вещества, использовали для получения матричных градуировочных образцов и образцов контроля качества путем внесения добавок анализируемого вещества, которые для каждой серии измерений делали заново. Для приготовления подвижной фазы А применяли деионизованную воду, подвижной фазы Б – ацетонитрил. Рабочие растворы стандартных образцов, градуировочные растворы, пробы для анализа, образцы контроля качества подготавливали по общепринятым методикам. Градуировочную характеристику строили при помощи матричной градуировки. Методика определения робенакоксиба прошла валидацию. Основные параметры приведены в таблице 2.

Для оценки фармакокинетики робенакоксиба при пероральном введении собакам и кошкам применяли бескомпартментную фармакокинетическую модель.

Данные обрабатывали статистически с использованием ПО Microsoft Excel 2013, ПО PKSolver.

Результаты исследований и обсуждение. Всего провели 10 аналитических циклов. Градуировочные кривые каждого из них, так же как и холостые пробы соответствовали критериям приемлемости. По результатам оценки образцов контроля качества все аналитические циклы признаны соответствующими критериям. Содержание робенакоксиба в плазме крови собак и кошек представлено в таблице 3.

После перорального введения РОКСИОР® собакам робенакоксиб быстро поступал в системный кровоток и достигал максимальной концентрации (C_{max}) 2003±563 нг/мл уже через 25±11 мин. Среднее значение периода полувыведения из плазмы крови – 70±20 мин, среднее время удерживания препарата в организме (MRT) – 84±33 мин, клиренс – 3,03±0,62 л/ч. Кажущийся объем распределения при этом равен 5,25±3,21 л, что в несколько раз превышает объем крови собак (0,8 л) и указывает на интенсивное распределение робенакоксиба в тканях животных. Среднее значение AUC 0-∞ составило 2066±417 нг/мл·ч.

При пероральном введении РОКСИОР® кошкам робенакоксиб достаточно быстро поступал в системный кровоток – в плазме его выявили уже через 15 мин, а максимальную концентрацию (C_{max}), равную 1885,3±712,9 нг/мл, регистрировали через T_{max} (время достижения максимальной концентрации) 42 мин.

Таблица 2

Статистические параметры методики определения робенакоксиба в плазме крови

Матрица	Аналитический диапазон, нг/мл	Правильность, %	% CV*	R, % (извлечение)
Плазма крови	5 – 1000	От 4,2 до 3,8	От 3,1 до 10,5	>81

** % CV – относительное среднее квадратическое отклонение.*

Таблица 3

Содержание робенакоксиба в плазме крови собак и кошек, нг/мл

Срок отбора проб	Животное						Среднее значение
	Первое	Второе	Третье	Четвертое	Пятое	Шестое	
	Собаки						
До начала	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	–
15 мин	1927,8	2268,4	735,1	2623,5	<НПКО	862,9	1683,5
30 мин	1240,7	1493,1	2129,6	2010,6	801,6	2237,8	1652,2
45 мин	570,9	654,0	1367,8	893,7	831,6	1832,1	1025,0
1 ч	365,0	352,5	940,4	491,5	700,4	939,6	631,6
1,5 ч	288,8	203,3	608,7	238,5	523,9	946,9	468,4
2 ч	189,7	114,6	595,1	156,7	478,6	628,9	360,6
3 ч	61,9	35,2	155,8	41,4	327,0	193,5	135,8
4 ч	53,1	15,6	46,1	22,7	148,0	54,8	56,7
5 ч	68,0	7,1	20,7	8,6	88,0	21,0	35,6
6 ч	49,6	5,1	10,2	5,1	45,8	11,0	21,1
8 ч	23,5	<НПКО	<НПКО	<НПКО	14,8	<НПКО	–
10 ч	17,1	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	–
24 ч	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	–
	Кошки						
До начала	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	–
15 мин	85,9	45,0	760,0	231,0	619,5	211,0	325,4
30 мин	2390,28	155,7	2472,7	1906,3	795,9	928,5	1441,6
45 мин	3015,89	494,0	1769,4	1218,8	1304,3	1763,1	1594,2
1 ч	2113,9	849,6	1521,3	946,5	1097,9	1053,7	1263,8
1,5 ч	1246,7	805,9	883,2	416,8	898,3	768,5	836,6
2 ч	838,0	690,5	471,1	273,9	892,3	893,4	676,5
3 ч	213,8	276,1	168,1	236,8	697,6	318,7	318,5
4 ч	110,9	156,7	93,3	171,9	280,3	158,2	161,9
5 ч	51,9	113,5	52,3	88,1	136,0	125,0	94,5
6 ч	29,9	40,6	35,5	50,8	100,9	117,1	62,5
8 ч	16,6	15,3	27,5	26,4	68,3	61,5	35,9
10 ч	11,8	<НПКО	13,2	13,5	56,9	44,2	27,9
24 ч	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	<НПКО	–

**НПКО (нижний предел количественного определения) робенакоксиба в плазме крови = 5 нг/мл*

Среднее значение периода полувыведения из плазмы крови – 2,7±0,9 ч, среднее значение MRT – 2,4±0,7 ч, клиренс – 2,05±0,54 л/ч. Кажущийся объ-

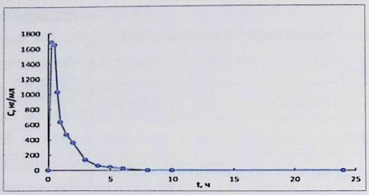


Рис. 1. Фармакокинетический профиль при введении собакам по средним значениям

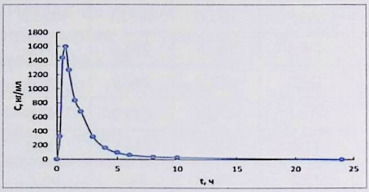


Рис. 2. Фармакокинетический профиль при введении кошкам по средним значениям

ем распределения равен 7,27±1,34 л и существенно превышает объем крови у кошек. Среднее значение AUC 0-∞ составило 3117,6 нг/мл·ч, что также свидетельствует об интенсивном распределении робенакоксиба в тканях кошек.

Фармакокинетический профиль при введении собакам и кошкам по средним значениям (n=6) представлен на рисунках 1 и 2.

Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными [7, 8]. Например, есть сообщения о коротком периоде полувыведения действующего вещества, что и наблюдали в нашем исследовании. Необходимо подчеркнуть, что, несмотря на короткий период полувыведения, эффект от применения препарата с робенакоксибом сохраняется до 24 ч, а тканевая селективность робенакоксиба позволяла ему накапливаться в воспаленной ткани.

Заключение. Представлены фармакокинетические параметры лекарственного препарата РОКСИОР® для собак и кошек. Препарат быстро всасывается и попадает в системный кровоток. Кажущийся объем распределения в несколько раз превышает объем крови собак и кошек, что свидетельствует об интенсивном распределении робенакоксиба в тканях животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вельц Н.Ю., Журавлева Е.О., Букатина Т.М., Кутехова Г.В. Нестероидные противовоспалительные препараты: проблемы безопасности применения. Безопасность и риск фармакотерапии. 2018; 6(1):11 – 18.

2. Приземина А.В. Применение противовоспалительных препаратов в ветеринарии. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. 2019; 81 – 86.

3. Приказ от 6 марта 2018 г. №101 «Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения». https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71802576/?ysclid=lpi26uxscn977807832

4. Шостак Н.А., Клименко А.А. Нестероидные противовоспалительные препараты – современные аспекты их применения. Клиницист. 2013; 3 – 4:53 – 61.

5. EMA/CVMP/VICH/463202/2009 VICH topic GL49: Studies to evaluate the metabolism and residues kinetics of veterinary drugs in human food-producing animals: validation of analytical methods used in residue depletion studies. (https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/vich-gl49-studies-evaluate-metabolism-residue-kinetics-veterinary-drugs-food-producing-animals_en.pdf)

6. EMEA. Guideline in bioanalytical method validation. European Medicines Agency. Committee for medicinal products for human use: London (2011). (https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-bioanalytical-method-validation_en.pdf)

7. Jung M., Less P., Seewald W., King J.N. Analytical determination and pharmacokinetics of robenacoxib in the dog. J. Vet. Pharmacol. Therap. 2009; 32:41 – 48.

8. King J., Jung M., Maurer M., Schmid V., Seewald W., Lees P. Effects of route of administration and feeding schedule on pharmacokinetics of robenacoxib in cats. AJVR. 2013; 74(3):465 – 472.

9. Papich Mark G. Handbook of Veterinary Medicine, Fifth Edition. Elsevier. 2021. Inc. https://shop.elsevier.com/books/papich-handbook-of-veterinary-drugs/papich/978-0-323-70957-6

10. Veterinary Pharmacology and Therapeutics, Tenth Edition. Edited by Jim E. Riviere and Mark G. Papich. 2018. JohnWiley & Sons. https://www.academia.edu/45666571/Veterinary_Pharmacology_and_Therapeutics_J_Riviere_M_Papich 9

NOVAMUNE®

СТОП

ЦИКЛ БОЛЕЗНИ ГАМБОРО

КОНТРОЛЬ ИНФЕКЦИОННОЙ БУРСАЛЬНОЙ БОЛЕЗНИ, НАЧИНАЯ С ИНКУБАТОРИЯ, ПОЗВОЛИТ ВАМ ПЕРЕОСМЫСЛИТЬ ПРОГРАММУ ВАКЦИНАЦИИ

ceva

ПЕРЕД ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ

УДК 619:579.8:616-002:591.2:636.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗВЕРОБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО В ТЕРАПИИ ОСТРОЙ КАТАРАЛЬНОЙ БРОНХОПНЕВМОНИИ ТЕЛЯТ

Евгений Владимирович Куликов, к.б.н., доцент, kulikov-ev@rudn.ru
Наталья Юрьевна Родионова, ассистент, rodionova-nyu@rudn.ru
Елена Дмитриевна Сотникова, к.б.н., доцент, sotnikova-ed@rudn.ru
Иван Ежиевич Прозоровский, ассистент, prozorovskiy-ie@rudn.ru
Павел Анатольевич Руденко, д.в.н., профессор, pavelrudenko76@yandex.ru
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
(117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6)

В статье приведены результаты сравнительной эффективности различных схем комплексной терапии телят с острой катаральной бронхопневмонией. Опыт провели на трех группах молодняка. Животных первой группы лечили по общепринятой в хозяйстве схеме, а второй и третьей – по схемам, разработанным нами ранее на основании определения чувствительности микрофлоры к антибактериальным препаратам и фитобиотикам. Выявили, что наиболее эффективной оказалась терапия, включающая аэрозольное применение фитопрепарата экстракт Зверобоя продырявленного. У телят этой группы клиническое выздоровление наступало в среднем на 4 дня раньше, быстрее появлялся аппетит, животные лучше поедали корма, шерсть становилась гладкой и блестящей, а морфобиохимические показатели крови уже на 7-й день приближались к значениям клинически здоровых особей. **Ключевые слова:** телята, бронхопневмония, терапия, аэрозольная обработка, фитопрепараты, зверобой продырявленный.

The effectiveness of Hypericum perforatum in the treatment of acute catarrhal bronchopneumonia in calves

E.V. Kulikov, PhD in Biology, Assistant professor, kulikov-ev@rudn.ru
N.Yu. Rodionova, Assistant, rodionova-nyu@rudn.ru
E.D. Sotnikova, PhD in Biology, Assistant professor, sotnikova-ed@rudn.ru
I.E. Prozorovskiy, Assistant, prozorovskiy-ie@rudn.ru
P.A. Rudenko, PhD in Veterinary Science, Professor, pavelrudenko76@yandex.ru
Peoples' Friendship University of Russia
(6, Miklukho-Maklaya st., 117198, Moscow)

The effectiveness of various regimens of complex therapy of calves with acute catarrhal bronchopneumonia was compared. The experiment was conducted on three groups of calves. The animals of the first group were treated according to the scheme generally accepted in the farm, and in the second and third groups the schemes developed by us earlier on the basis of determining the sensitivity of microflora to antibacterial drugs and phytobiotics were used. It was found that the most effective treatment regimen was found to include the aerosol application of the phytopreparation extract of St. John's Wort. In calves of this group, clinical recovery occurred on average 4 days earlier, appetite appeared faster, animals ate food better, wool became smooth and shiny, and morphobiochemical blood parameters approached the values of clinically healthy animals on day 7. **Key words:** calves, bronchopneumonia, therapy, aerosol treatment, herbal preparations, Hypericum perforatum.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.50-54

Интенсификация животноводства привела к значительному увеличению концентрации поголовья крупного рогатого скота в искусственно созданных биогеоценозах, а это способствует снижению устойчивости животных к неблагоприятному влиянию окружающей среды, в том числе условно-патогенным бактериям, вызывающим различные факторные инфекции [13, 15, 16]. Животные лишены активного моциона, солнечного освещения, свободного выбора корма. В помещениях резко изменяется физико-химический и микробный состав воздуха, что отрицательно сказывается на физиологическом состоянии молодняка [2, 10, 12]. На этом фоне у телят раннего возраста часто развиваются болезни респираторного тракта – одна из серьезных проблем в ветеринарии, ко-

торая значительно влияет на экономику предприятия [8, 11]. Они приводят к потерям не только из-за гибели животных, но и за счет снижения продуктивности, увеличения затрат на лечение, а также нарушения ветеринарно-санитарного благополучия в хозяйствах. Заболевания нередко носят массовый характер, в результате возникает стационарное неблагополучие по факторным болезням, а животноводческие комплексы несут значительные убытки [1, 5, 9, 17].

Нерациональное применение антибиотиков без предварительного определения чувствительности к ним возбудителей инфекции, использование максимальных доз, неоправданное обрывание или увеличение курса лечения, кратности применения препаратов, без учета видовой и возрастной чувствительности животных – все это обусловливает появление устойчивости микробных агентов к антибактериальным препаратам [4, 6, 7, 14]. В этой связи поиск альтернативных средств терапии факторных заболеваний у крупного рогатого скота, в том числе и острой катаральной бронхопневмонии у телят, позволит совершенствовать методы борьбы с ними. В данных исследованиях учли результаты, полученные нами в предыдущих опытах по определению чувствительности микрофлоры к различным антибактериальным препаратам и фитобиотикам.

Цель работы – сравнить эффективность различных схем аэрозольной комплексной терапии телят с острой катаральной бронхопневмонией. Использовали общепринятую схему и две предложенные нами на основании ранее определенной чувствительности изолированной микрофлоры к антибактериальным препаратам и фитобиотикам.

Материалы и методы. Исследования провели на базе животноводческих ферм ООО «Бабаево» Собинского района Владимирской области и ООО «Дельта-Ф» Сергиево-Посадского городского округа Московской области. Сформировали три группы больных острой катаральной бронхопневмонией телят (по 20 голов в каждой) в возрасте от одного до трех месяцев. По мере заболевания их рандомно распределяли в опытные группы, каждую содержали в отдельном изоляторе. Животных первой группы лечили по принятому в хозяйстве плану. Телятам второй на основании ранее определенной чувствительности изолированных патогенов к антибиотикам применяли препарат из группы фторхинолонов Марфлоксин. В третьей группе также использовали Марфлоксин, а аэрозольную обработку в помещении проводили экспериментально подобранным фитопрепаратом «Экстракт зверобоя продырявленного», обладающим высокой антибактериальной активностью в отношении возбудителей бронхопневмонии телят [5]. Наглядно схема опыта и план лечения представлены на рисунке 1.

До начала терапии, на седьмой и двенадцатый день после лечения у животных отбирали кровь из яремной вены в утренние часы до кормления в стерильные пробирки для морфобиохимических исследований. Определяли уровень гемоглобина (Hb, г/л), эритроцитов (RBC, 10^{12}/л), лейкоцитов (WBC, 10^{9}/л) и скорость оседания эритроцитов (СОЭ, мм/ч) общепринятыми методами [3]. Измеряли функциональный показатель гемопоэза и клеточных элементов – нагрузочный эритроцитарный коэффициент (НЭК) по Н.П. Мель. НЭК – относительный показатель, позволяющий судить о напряженности эритропоэза, уровне гемоглобина и через него опосредованно о кислородной обеспеченности организма, элиминации углекислого газа

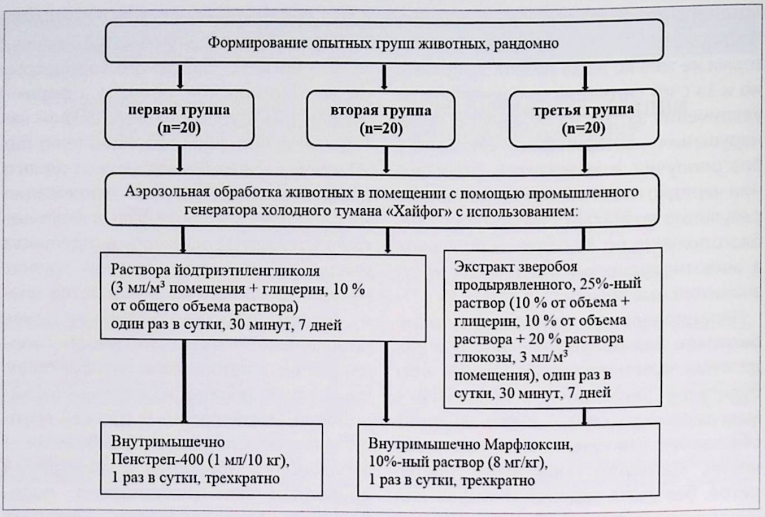


Рис. 1. Схема терапии больных острой катаральной бронхопневмонией телят

и тяжести воспалительного процесса. Рассчитывали его по формуле

НЭК = СОЭ х 10/Hb,

где 10 – радикальный элемент, проявляющий анализируемую функцию.

При терапии телят контролировали в их плазме крови белки острой фазы воспаления – С-реактивный белок (мг/л) и фибриноген (г/л) [17].

Данные обрабатывали статистически с помощью программы Statistica 7.0. (StatSoft, USA). Оценивали нормальность распределения с помощью тестов Шапиро-Уилкса, для сравнения двух групп применяли тест ANOVA. Достоверность разницы показателей животных до лечения и при терапии рассчитывали по методу Манна-Уитни (* – $p<0,05$; ** – $p<0,01$; *** – $p<0,001$).

Результаты исследований. Мы сравнили эффективность трех различных схем лечения телят с острой катаральной бронхопневмонией и установили, что у животных первой группы общее клиническое улучшение наступало на 9-й день, при этом у шести особей возникли осложнения, 18 голов (90,0 %) выздоровело, 2 теленка (10,0 %) пало. У молодняка второй группы улучшение общего состояния отметили уже на 7-й день, выздоровели все 20 (100,0 %) животных. В третьей группе также выжили все телята (100 % сохранность), а клинические проявления болезни исчезали на 4-й день, что составило 47,0 %, причем раньше, чем в первой группе.

Из таблицы видно, что клиническая манифестация острой катаральной бронхопневмонии у телят сопровождалась значительным снижением в сыворотке крови гемоглобина и эритроцитов на фоне увеличения числа лейкоцитов, показателей СОЭ и НЭК. Сравнение различных схем терапии в динамике заболевания показало, что на 7-е сутки в крови молодняка второй и третьей групп достоверно уве-

Морфологические показатели крови при лечении телят с острой катаральной бронхопневмонией

Показатель	Здоровые телята, n=10	Группа	Больные телята		
			До лечения, n=10	На 7-й день терапии, n=10	На 12-й день терапии, n=10
Hb, г/л	96,90±2,63	Первая	71,90±1,81	74,70±1,81	85,70±2,20***↑
		Вторая	73,10±2,10	87,80±1,95***↑	98,40±2,16***↑
		Третья	73,00±1,91	99,50±2,75***↑	100,80±1,83***↑
RBC, 10^{12}/л	6,57±0,21	Первая	4,70±0,16	4,94±0,12	5,79±0,13***↑
		Вторая	4,74±0,12	5,61±0,14***↑	6,57±0,13***↑
		Третья	4,85±0,12	6,57±0,15***↑	6,76±0,16***↑
WBC, 10^9/л	6,98±0,17	Первая	14,90±0,35	11,07±0,42***↓	8,17±0,31***↓
		Вторая	14,39±0,49	8,40±0,32***↓	7,42±0,28***↓
		Третья	14,86±0,43	7,01±0,33***↓	6,84±0,24***↓
СОЭ, мм/ч	1,53±0,16	Первая	6,34±0,31	5,34±0,23**↓	2,38±0,15***↓
		Вторая	7,01±0,29	2,35±0,17***↓	1,72±0,21***↓
		Третья	7,14±0,29	1,22±0,09***↓	1,01±0,11***↓
НЭК, усл. ед.	0,15±0,02	Первая	0,88±0,04	0,71±0,03**↓	0,27±0,02***↓
		Вторая	0,96±0,05	0,26±0,02***↓	0,17±0,02***↓
		Третья	0,97±0,04	0,11±0,01***↓	0,09±0,01***↓

Примечание. ↑– Увеличение показателей; ↓– снижение;
***p<0,01; ***p<0,001 достоверно в сравнении с показателями до начала терапии.*

личилось содержание гемоглобина до 87,80 г/л (в 1,20 раза) и 99,50 г/л (в 1,36 раза) соответственно, тогда как в первой группе этот показатель практически не изменился. Выросло количество эритроцитов у животных этих групп в 1,18 и 1,35 раза. В процессе выздоровления у телят всех трех групп достоверно снизилось число лейкоцитов (показатель воспаления) соответственно в 1,34; 1,71 и 2,12 раза, СОЭ (в 1,18; 3,01 и 5,85 раза) и показатели НЭК (в 1,24; 3,69 и 8,82 раза соответственно) по сравнению с данными до начала лечения. На 12-е сутки терапии телят с острой катаральной бронхопневмонией у молодняка второй и третьей группы все изучаемые показатели крови практически соответствовали значениям здоровых животных, тогда как у особей первой группы они еще несколько отличались.

В случае возникновения воспалительной реакции организм молниеносно реагирует увеличением количества белков острой фазы воспаления. Они синтезируются в основном в печени и играют ключевую роль в патогенезе воспалительных заболеваний. Наиболее важными являются С-реактивный белок (высокочувствительный показатель повреждения тканей) и фибриноген, принимающий участие в образо-

Рис. 2. Белки острой фазы воспаления в сыворотке крови больных телят в процессе терапии

вании кровяного сгустка, обеспечивая связь между воспалением и коагуляцией. Динамика изменений этих показателей представлена на рисунке 2.

Клиническая манифестация острой катаральной бронхопневмонии сопровождалась увеличением в крови животных количества С-реактивного белка на 66,9 % и фибриногена на 41,2 % относительно данных здоровых телят. В период лечения у молодняка первой, второй и третьей группы уже на седьмой день С-реактивный белок достоверно ($p<0,001$) снизился соответственно в 1,22; 1,97 и 2,81 раза, а фибриноген в этот срок уменьшился только у особей второй и третьей группы. У животных первой группы лечебный эффект проявился только к 12-му дню.

Заключение. Таким образом, все три схемы лечения телят с острой катаральной бронхопневмонией оказались результативными, однако в комплексной терапии больного молодняка фитопрепарат «Зверобой продырявленный» при аэрозольном применении оказался наиболее эффективным. Клиническое выздоровление наступало на четверо суток раньше, быстрее появлялся аппетит, животные лучше поедали корм, шерстный покров становился гладким и блестящим, а морфобиохимические показатели крови уже на 7-й день приближались к показателям клинически здоровых животных.

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00091, https://rscf.ru/project/24-26-00091/

ЛИТЕРАТУРА

1. Ватников Ю.А., Руденко П.А., Руденко А.А. и др. Клинико-терапевтическое значение микробиоты при гнойно-воспалительных процессах у животных. Международный вестник ветеринарии. 2021; 1:286 – 291.

2. Витковский М.И., Турицына Е.Г. Особенности клинико-морфологического проявления бронхопневмонии у телят. Вестник КрасГАУ. 2018; 6:80 – 83.

3. Лелевич С.В., Стемпень Т.П. Лабораторная гематология: Учебное пособие для СПО. Издательство «Лань» (СПО), 2024; 336 с.

4. Луцай В.И., Солошенко Н.Ю., Нефедов А.М. и др. Микробный пейзаж при остром гнойно-катаральном послеродовом эндометрите у коров. Аграрная наука. 2024; 3:66 – 71.

5. Родионова Н.Ю., Руденко П.А., Сотникова Е.Д. и др. Чувствительность к антибиотикам и фитобиотикам инициаторов острой катаральной бронхопневмонии у телят. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2024; 19(2):358 – 369.

6. Руденко П.А. Современные подходы к борьбе с гнойно-воспалительными процессами у мелких домашних животных. Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2016; 3:26 – 29.

7. García-Galán A., Seva J., Gómez-Martín Á. et al. Importance and Antimicrobial Resistance of Mycoplasma bovis in Clinical Respiratory Disease in Feedlot Calves. Animals (Basel). 2021; 11(5):1470.

8. Gaudino M., Salem E., Ducatez M.F. et al. Identification of Astrovirus in the virome of the upper and lower respiratory tracts of calves with acute signs of bronchopneumonia. Microbiol Spectr. 2023; 11(6):e0302623.

9. Gonzalez-Rivas P.A., Chauhan S.S., Ha M. et al. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. Meat Sci. 2020; 162:108025.

10. Haydock L.A.J., Fenton R.K., Smerek D. et al. Bronchopneumonia with interstitial pneumonia in feedlot cattle: Epidemiologic characteristics of affected animals. Vet. Pathol. 2023; 60(2):226 – 234.

11. Kalaeva E., Kalaev V., Chernitskiy A. et al. Incidence risk of bronchopneumonia in newborn calves associated with intrauterine diselementosis. Vet. World. 2020; 13(5):987 – 995.

12. Kovačić M., Fratrić N., Arsić A. et al. Structural characteristics of circulating immune complexes in calves with bronchopneumonia: Impact on the quiescent leukocytes. Res. Vet. Sci. 2020; 133:63 – 74.

13. Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V. et al. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. E3S Web of Conferences. 2022; 363:03029.

14. Rudenko P.A., Rudenko V.B., Khokhlova O.N. et al. The effectiveness of probiotic-sorption compounds in the complex treatment of sepsis in cats. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019; 10(1):1734 – 1739.

15. Tortorelli G., Carrillo Gaeta N., Mendonça Ribeiro B.L. et al. Evaluation of Mollicutes Microorganisms in Respiratory Disease of Cattle and Their Relationship to Clinical Signs. J. Vet. Intern. Med. 2017; 31(4):1215 – 1220.

16. Vatnikov Y., Donnik I., Kulikov E. et al. Effectiveness of hypericum perforatum L. phytosorbent as a part of complex therapy for acute non-specific bronchopneumonia. International Journal of Pharmaceutical Research. 2020; 12(Suppl.1.):1108 – 1116.

17. Zhang H., Wang Y., Chang Y. et al. Mortality-Culling Rates of Dairy Calves and Replacement Heifers and Its Risk Factors in Holstein Cattle. Animals (Basel). 2019; 9(10):730.

УДК 619:614.48

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ЯЙЦАХ ИММУНОМИКРОЧИПОВЫМ МЕТОДОМ

Петр Александрович Попов, д.в.н., руководитель филиала,
popov.petr18@gmail.com , https://orcid.org/0000-0003-4155-0386
Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (г. Москва, Россия)

Остаточные количества антибиотиков в птицеводческой продукции, важном источнике питания миллионов людей во всем мире, вызывают растущее беспокойство. В связи с этим изучают возможность применять скрининговые методы для их определения и количественной оценки. Иммуномикрочиповая технология (ИМЧТ) как перспективный метод скрининга пищевых продуктов на наличие различных контаминантов все больше привлекает внимание в последние годы. ИМЧТ представляет собой миниатюрную аналитическую платформу, на поверхности которой иммобилизованы специфические антитела к различным аналитам. Образец, содержащий потенциальные антибиотики (антигены), инкубируют с микрочипом, при наличии – происходит специфическое связывание антигенов с антителами. Полученные комплексы детектируются с помощью флуоресцентных или других меток, а интенсивность сигнала пропорциональна концентрации антибиотика в образце. **Ключевые слова:** иммуномикрочипы, антибиотики, яйца, продукция птицеводства, мониторинг.

Determination of residual amounts of antimicrobials in eggs by the immunomicroch method

P.A. Popov, PhD in Veterinary Sciences, Head of the branch,
popov.petr18@gmail.com , https://orcid.org/0000-0003-4155-0386
The All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Ya.R. Kovalenko of the RAS

The presence of residual amounts of antibiotics in poultry products, an important source of nutrition for millions of people worldwide, is a growing concern. In light of this, the possibility of using screening methods to determine the presence and quantification of antibiotic residues in it is being widely explored. In recent years, immunomicroch technology (BMI) has attracted more and more attention as a promising method of screening food products for the presence of various contaminants. IT is a miniature analytical platform on the surface of which specific antibodies to various analytes are immobilized. A sample containing potential antibiotics (antigens) is incubated with a microchip, and if present, specific binding of antigens to antibodies occurs. The obtained complexes are detected using fluorescent or other tags, and the signal intensity is proportional to the concentration of the antibiotic in the sample. **Key words:** immunomicrochips, antibiotics, eggs, poultry products, monitoring.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.55-58

В последнее время много внимания уделяют контролю продуктов животноводства на наличие остаточных количеств ветеринарных лекарственных препаратов. Достаточно часто находят антимикробные средства: нитрофураны, сульфаниламиды, кокцидиостатики, антигельминтные средства и стимуляторы роста, присутствие которых запрещено законодательством [1, 5]. Наиболее остро эта проблема проявляется в птицеводстве, что обусловлено быстрым оборотом производства [2, 7].

Одна из проблем птицеводства – кокцидиоз, не теряет своей актуальности и в настоящее время. Заболевание вызывают простейшие микроорганизмы рода *Eimeria*. Возбудитель способен провоцировать массовые вспышки, наносить существенный экономический ущерб. Паразит присутствует практически во всех птицеводческих комплексах, особенно при напольном содержании птицы. В связи с этим ветеринарные специалисты вынуждены применять различные кокцидиостатики. Помимо последних для лечения бактериальных инфекций у птиц используют антибиотики и антибактериальные препараты.

Учитывая данные обстоятельства, возникает потребность в разработке и апробации высокочувствительных методик выявления остаточных количеств лекарственных препаратов, в том числе и кокцидиостатиков в различной птицеводческой продукции, в частности, в яйцах. Одним из таких методов может быть иммуномикрочиповая технология (ИМЧТ) с использованием оборудования Randox Evidence Investigator [3 – 7]. В основе метода лежит запатентованная технология Randox® Biochip, которая представляет собой твердотельную основу с упорядоченным расположением тестовых зон. На этих зонах зафиксированы специфические антитела к различным антигенам (антибиотикам, токсинам, противопаразитарным препаратам и другим веществам). К примеру, увеличение концентрации антимикробных препаратов в анализируемом образце приводит к снижению связывания антигенов с HRP-метками и, как следствие, к увеличению уровня хемилюминесценции [4 – 7].

Цель исследования – изучить возможность использования ИМЧТ для определения остаточных количеств антибактериальных веществ в яйцах и яйцепродукции в сравнении с методом ВЖХ.

Материалы и методы. Для выявления следов антибактериальных препаратов в яйцах и продуктах их переработки (меланже) применяли иммуночиповый анализ с использованием полуавтоматического сканирующего хемилюминометра Evidence Investigator. В работе использовали тест-систему Coccidiostats Array и Antibiotics Array (Randox), объектом исследования служили куриные яйца и меланж, полученные на экспериментальной базе «Милет» ВНИИВСГЭ, свободные от ветеринарных препаратов, которые в последующем контаминировали заданными концентрациями ветеринарных препаратов.

Чувствительность метода определения антибиотиков устанавливали, используя государственные стандартные образцы (ГСО) действующих веществ и яиц, свободных от ветеринарных препаратов. Это необходимо для получения максимально точных и достоверных результатов, исключающих влияние посторонних факторов. Применение ГСО гарантировало известную и точно определенную концентрацию действующего вещества, что критически важно для калибровки оборудования и валидации методики. Яйца, свободные от ветеринарных препаратов, обеспечивали чистую матрицу, исключая ложноположительные или ложноотрицательные результаты.

Дальнейшие этапы работы включали приготовление серий разведений ГСО в специальном растворителе, обеспечивающем максимальную стабильность действующего вещества на протяжении анализа. Каждое разведение тщательно контролировали спектрофотометрическим методом. Параллельно готовили контрольные образцы, включающие яйца, не содержащие ГСО, для оценки фонового сигнала и возможного матричного эффекта.

Готовые образцы анализировали высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ) – чувствительным методом, эталоном определения остаточных количеств антибиотиков и новым методом иммуномикрочиповой технологии с использованием хемилюминометра Randox Evidence Investigator.

Результаты исследований. В таблице представлены данные по определению остаточных количеств антимикробных препаратов в куриных яйцах. Установили, что практически по всем изученным препаратам чувствительность нового

Сравнительная чувствительность двух методов контроля куриных яиц на содержание остатков препаратов

Аналит	Чувствительность метода		Среднеквадратическое отклонение, σ
	ВЖХ, мг/кг	ИМЧ, мг/кг	
4-[(4-аминобензен) сульфонил]анилин	3,5	3,42	0,09
4-Амино-*N*-(4-метил-2-пиридинил) бензосульфонамид	3,2	3,12	0,6
4-Амино-*N*-(6-метоксипиридазин-3-ил) бензосульфонамид	2,0	1,86	0,2
4-Амино-*N*-пиридин-2-ил-бензосульфонамид	3,2	3,14	0,08
4-Аминобензолсульфонамид	1,6	1,57	0,42
Амоксициллин	0,99	0,86	0,1
Бензол-1-сульфонамид	2,0	1,94	0,32
Колистина сульфат	0,9	0,86	0,04
Ко-тримаксозол	2,0	1,92	0,08
Моксифлоксацин	2,5	2,47	0,02
Наксел	4,5	4,35	0,09
О-2-Дезокси-2-(метиламино)	7,0	6,86	0,07
Сульфадиазин натрий	3,0	3,02	0,07
Сульфадимидин	2,0	1,90	0,25
Сульфадоксин натрия	3,2	3,1	0,6
Сульфаметоксазол	1,6	1,5	0,05
Сульфастоп	6,5	6,44	0,05
Сульфатиазол калия	2,0	1,88	0,09
Тетрациклин 4S-(4альфа,4а альфа,5а альфа, 6бета,12а альфа)	4,8	4,68	0,09
Тиамфеникола глицинат ацетилцистеинат	1,3	1,24	0,07
Триметоприм	3,0	2,83	0,1

метода не уступает ВЖХ. Анализ серий образцов с известным содержанием антибиотиков подтвердил точность и воспроизводимость результатов.

Таким образом, иммуномикрочиповая технология представляет собой перспективный инструмент для быстрого, чувствительного и специфичного обнаружения антибиотиков не только в яйцах, она обладает потенциалом для значительного улучшения контроля качества пищевых продуктов и обеспечения безопасности потребителей. Дальнейшие исследования, направленные на оптимизацию конструкции микрочипов, разработку новых методов детекции и улучшение характеристик антител, будут способствовать широкому внедрению иммуномикрочипов в практику мониторинга остатков лекарственных препаратов и других нежелательных веществ в пищевой промышленности. Создание портативных и автоматизированных иммуномикрочиповых систем позволит проводить анализ непосредственно на месте производства, обеспечивая оперативный контроль качества и предотвращая попадание загрязненных продуктов потребителю. Миниатюризация и автоматизация процесса даст возможность выполнять скрининговые исследования с высокой пропускной способностью.

Заключение. С помощью ИМЧТ возможно одновременно определять наличие (или отсутствие) нескольких антибиотиков за один аналитический цикл (мультиплексный анализ). Это значительно быстрее и дешевле по сравнению с традиционным подходом, требующим отдельных измерений для каждого аналита. Высокая чувствительность и специфичность метода позволяет обнаруживать остаточные количества антибиотиков в яйцах на уровне МДК, установленных регулирующими органами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсеньева Л.В., Горяинова Г.М., Денисова Е.А. Применение тест-системы Anti-Microbial Array III и иммуноанализатора Randox Evidence Investigator™ для определения остаточных количеств антибактериальных препаратов в креветках. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2022; 2(42):178 – 185.

2. Бабунова В.С., Горяинова Г.М., Арсеньева Л.В., Денисова Е.А. Обоснование параметров иммуномикрочиповой технологии для скринингового контроля остаточных количеств антимикробных веществ в аквакультуре. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2018; 2(26):13 – 17.

3. Бабунова В.С., Осипова И.С., Попов П.А., Лавина С.А. Современные методы определения остаточных количеств антибиотиков в рыбе. Ветеринария. 2023; 12:55 – 59.

4. Бутко М.П., Лемясева С.В., Онищенко Д.А. Фальсификация продукции животного происхождения. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2017; 3(23):17 – 23.

5. Денисова Е.А., Горяинова Г.М., Арсеньева Л.В., Бабунова В.С., Попов П.А., Обухов И.Л. Перспектива применения биолюминесцентного метода при мониторинге продукции ветеринарного надзора. Ветеринария. 2023; 7:54 – 57.

6. Дорожкин В.И., Смирнов А.М., Попов П.А., Гуненкова Н.К. Основные направления научной деятельности по обеспечению качества и биологической безопасности животноводческой продукции и охраны окружающей среды. Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». 2021; 2(38):104 – 113.

7. Попов П.А., Лавина С.А., Бабунова В.С., Осипова И.С., Тимофеева И.В. Определение чувствительности и времени анализа методики выявления остаточных количеств антибактериальных препаратов в сыром мясе на основе иммуномикрочиповой технологии. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022; 178:185 – 193.

УДК 619:616:576.8.094.29

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ВИРУСОЛОГИИ

Борис Григорьевич Орлянкин, д.в.н., профессор, заведующий лабораторией
АНО «Научно-исследовательский институт диагностики и профилактики болезней человека и животных» (123098, г. Москва, ул. Гамалеи, д. 16, стр. 2)
Тарас Иванович Алипер, д.б.н., профессор, председатель совета директоров, aliper@vetbio.ru
ООО «Ветбиохим» (109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42)

Кратко рассмотрена история открытия вирусов Д.И. Ивановским, последующее развитие вирусологии на организменном, клеточном и молекулярном уровне, роль вирусов в биосфере. **Ключевые слова**: вирусология, вирусы, открытие, роль в биосфере.

A brief history of virology

B.G. Orlyankin, PhD in Veterinary Sciences, Professor, Head of laboratory
Research Institute for the Diagnosis and Prevention of Human and Animal Diseases (Moscow)
T.I. Aliper, PhD in Byology, Professor, Chairman of the board of directors, aliper@vetbio.ru
LLC Vetbiochem

The review briefly recapitulates the history of the discovery of viruses by Dmitry Ivanovsky and the subsequent development of virology studying the phenomena-taking place at the organism, cellular and molecular level. The role of viruses in the biosphere is also briefly addressed. **Key words**: virology, viruses, discovery, role in the biosphere.
DOI:10.30896/0042-4846.2025.28.7.59-63

Первооткрывателем вирусов и основоположником вирусологии справедливо признан Дмитрий Иосифович Ивановский – ботаник по специальности, работавший в Петербургском университете. Он в течение 5 лет (1887 – 1892 гг.) изучал мозаичную болезнь табака и установил, что за двумя формами болезни скрываются два различных заболевания, одна (рябуха) – грибковой этиологии, а другая – неизвестной. Сок больных листьев содержал микроорганизм, который проходил через бактериальные фильтры и вызывал типичные поражения, как и при заражении нефильтрованным соком. В 1892 г. ученый пришел к выводу, что мозаичную болезнь табака вызывает микроорганизм (ультрамикроб), проходящий через фильтр Шамберлана и неспособный расти на искусственных субстратах [3, 4]. В современном представлении это был вирус.

Исследователь из Германии Адольф Майер дал название «мозаичная болезнь табака» и подтвердил ее инфекционную природу [22]. Голландский микробиолог Мартин Бейеринк предложил возбудителя табачной мозаики считать жидким заразным началом (contagium vivum fluidum), а не микроорганизмом [16].

В 1897 г. немецкие исследователи Фридрих Лёффлер и Пауль Фрош открыли первый вирус животных, вызывающий опасную инфекцию у крупного рогатого скота – вирус ящура. Они показали, что фильтрующийся агент является причиной болезни [20]. В 1901 г. американские военные медики под руководством Уолтера Рида открыли первый вирус человека – вирус желтой лихорадки [23, 24].

Нобелевский лауреат Уэнделл Стэнли писал, что будет справедливым признать Д.И. Ивановского отцом новой науки – вирусологии [25]. В 1950 г. в знак признания заслуг ученого его имя присвоили Институту вирусологии АМН СССР [6].

В основе знаний о вирусах лежат три основных методических периода: организменный, клеточный и молекулярный. Первые вирусологические исследования были посвящены доказательству роли вирусов в инфекционной

патологии. Фундаментом для создания новой науки послужили эксперименты по заражению лабораторных животных (белых мышей и крыс, морских свинок, хомяков и кроликов) бактериальными фильтратами. Великие открытия, сделанные первыми вирусологами, золотыми буквами вписаны в историю вирусологии (см. таблицу) [2].

В 1930 – 1940 гг. XX века для выделения вирусов широко использовали 10 – 12-дневные куриные эмбрионы. С их помощью удалось открыть много новых патогенов, их применяли для наработки вакцинных штаммов вирусов желтой лихорадки и гриппа [2].

Второй период развития вирусологии связан с переходом исследований на клеточный уровень. Первичные и перевиваемые клеточные культуры стали использовать с середины XX века [17, 19]. Этому в огромной степени способствовало открытие антибиотиков и создание синтетических питательных сред. Клеточные культуры широко применяли в различных экспериментах, с их помощью обогатили науку не только открытием сотен неизвестных вирусов, но и расширили возможности производства более качественных вакцин и диагностических препаратов [2, 13, 17]. Главный итог этого периода – вирусология стала самостоятельной наукой с собственными методами исследований. Благодаря клеточному этапу изучения вирусов доказали существование их в двух основных формах: внеклеточной и внутриклеточной. Вне клеток вирусы (вирионы) не проявляют признаков жизни, а в чувствительных клетках – размножаются за счет клеточного биосинтетического аппарата [2, 18].

Больших успехов вирусология добилась во второй половине XX века, когда стали применять современные методы физики, химии, генетики и молекулярной биологии. Метагеномный подход, основанный на секвенировании всей ДНК и РНК, содержащейся в пробе, позволил открыть новые вирусы. Стало ясно, что нет необходимости в обязательной их изоляции и культивировании. Анализ метагеномных данных проводят путем поиска гомологичных последовательностей среди геномов известных вирусов, депонированных в базе данных. С помощью такого подхода открыто много новых возбудителей болезней, принадлежащих более чем к 50 семействам [1]. Методами электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа детально изучена структурная организация различных вирусов [18].

В настоящее время известно 11273 вида вирусов позвоночных, беспозвоночных, простейших, растений, грибов, водорослей, бактерий и архей. Все они классифицированы, распределены в 6 реалмах (надцарствах), 10 царствах, 17 типах, 40 классах, 72 порядках, 264 семействах, 182 подсемействах и 2818 родах [26]. Подавляющее большинство вирусов находится в Мировом океане и размножается в планктоне. Один литр морской воды содержит до 10 миллиардов вирусных частиц, а общее их количество в океане составляет астрономическое число – 10^{30}, массу которых оценивают в 8×10^{12} кг. Число вирусных частиц на Земле – 10^{33} [5, 7]. Более 200 тыс. видов обнаружили в океане, а всего на Земле их, вероятно, триллионы. В Индии у летучей лисицы идентифицировали 55 видов, 50 из которых прежде были не известны. В лёгких здоровых людей нашли 174 вида, известными оказались лишь 10 %. По оценкам ученых, в организме каждого человека обитает 380 триллионов вирусных частиц – в десять раз больше, чем бактериальных клеток [12, 14].

Размножаются вирусы внутри клеток раздельным синтезом. Белки синтезируются на клеточных рибосомах из аминокислот клетки, нуклеиновые кислоты – из клеточных нуклеотидов, из которых затем и формируются вирионы потомства. Источник энергии для биосинтетических процессов – аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), вырабатываемая в митохондриях клеток [11].

Хронология открытия вирусов [18, 21]

Год	Название вируса	Исследователи
1892	Фильтрующийся инфекционный агент (вирус табачной мозаики)	Ивановский Д.И.
1898	Жидкое заразное начало (вирус табачной мозаики)	Beijerinck M.
1897	Вирус ящура – первый вирус животных	Loeffler F., Frosch P.
1901	Вирус желтой лихорадки – первый вирус человека	Reed W. et al.
1901	Вирус чумы птиц (вирус гриппа птиц)	Centanni E. et al.
1902	Вирус псевдобешенства (болезнь Ауески)	Aujeszky A.
1902	Вирус чумы крупного рогатого скота	Nicolle M., Adil-Bey M.
1903	Вирус бешенства	Remlinger P., Riffat-Bey R.
1903	Вирус классической чумы свиней	Schweinitz E., Dorset M.
1904	Вирус инфекционной анемии лошадей	Carre H., Vallee H.
1905	Вирус чумы собак	Carre H.
1908	Вирус лейкемии птиц	Ellermann B., Bang O.
1909	Вирус полиомиелита	Landsteiner K., Popper G.
1911	Вирус саркомы кур	Rous P.
1915	Бактериальные вирусы (бактериофаги)	Twort F., d'Herelle F.
1921	Вирус африканской чумы свиней	Montgomery R.
1927	Вирус болезни Ньюкасла	Doyle T.
1928	Вирус панлейкопении кошек	Verge M., Christofornoni G.
1930	Аденовирус собак	Green C.
1931	Вирус гриппа свиней	Shope P.
1933	Вирус гриппа человека	Smith W.
1946	Вирус диареи крупного рогатого скота	Olafson P. et al.
1946	Вирус трансмиссивного гастроэнтерита свиней	Doyle L., Hutchings L.
1951	Бактериофаг ламбда (λ)	Lederberg J.
1960	Вирус обезьян SV-40	Sweet B., Hilleman M.
1964	Вирус Эпштейна-Барр	Epstein M. et al.
1967	Вирус гемморагической лихорадки Марбург	Siegert R. et al.
1967	Вирус гепатита В	Blumberg B.
1967	Обнаружение вироидов	Diener E.
1978	Вирус эпизоотической диареи свиней	Pensaert M., Debouck P.
1980	Первый ретровирус человека (HTLV-1)	Gallo R.
1982	Открытие прионов	Prusiner S.
1983	Вирус иммунодефицита человека	Montagnier L. et al.
1989	Вирус гепатита С	Houghton J.
1991	Вирус репродуктивного и респираторного синдрома свиней	Wensvoort G., Terpstra C.
2003	Мимивирус (гигантский вирус)	La Scola B. et al.
2020	Пандемия COVID-19	

Вирусы составляют значительную и очень разнообразную часть биосферы, нет ни одного живого существа без них. Геномы вирусов содержат больше генетической информации, чем все живые организмы вместе взятые. Большинство так называемых вирусов-симбионтов не наносят видимого вреда хозяевам, с их помощью происходит обмен генетической информацией между различными биологическими видами. Они – основной переносчик генов в биосфере и на развитие каждого биологического вида в течение эволюции оказывали решающее влияние [5, 7, 9].

В геноме человека, расшифрованном в 2001 г. и содержащем 3,2 млрд пар нуклеотидов, эндогенные ретровирусные последовательности составляют

примерно 8 % – 280 млн пар нуклеотидов. Это 450 тыс. фрагментов вирусных геномов. Примерно половина генома человека состоит из мобильных генетических элементов – транспозонов и ретротранспозонов («прыгающие гены»), которые перемещаются с места на место в геноме человека, являются источником генетического разнообразия и играют важную роль в эволюции. Геном человека отличается от такового шимпанзе всего на 1 %, а геном одного человека от другого – на 0,1 %. Это три млн пар нуклеотидов или одна пара нуклеотидов на 1000 [9].

В 2003 г. во Франции идентифицировали первый гигантский вирус с икосаэдрическим (двадцатигранным) капсидом диаметром 750 нм. Из-за сходства с микроорганизмами его назвали мимивирус. Самый крупный из них – питовирус, его выделили из амебы, найденной в образцах вечной мерзлоты в Сибири. Его возраст – более 30 тыс. лет. В длину эти вирионы достигают 1,5 мкм, окружены особой белковой оболочкой (тегументом), капсида нет. За последние 20 лет изолировали несколько сотен гигантских вирусов. Они широко распространены в природе, поражают различных амеб. Геномы этих гигантских вирусов чрезвычайно велики, часто содержат гены, кодирующие компоненты синтеза белка, отсутствующие у обычных вирусов. Гигантские вирусы не проходят через бактериальные фильтры и видны в световой микроскоп [15].

В настоящее время обсуждают три основные гипотезы появления вирусов: первая – возникли из первичных генетических элементов или доклеточного пула генов; вторая – являются дериватами клеточных генетических структур «сбежавших генов», которые приобрели капсидные белки и возможность реплицироваться автономно; третья – потомки бактерий или других одноклеточных организмов. Первое предположение самое популярное и наиболее аргументированное. Вирусы, вероятно, появились раньше клеток и возникли из саморепликирующихся молекул РНК (рибозимов), которые выступали в качестве носителей информации и катализаторов химических реакций. Вторая гипотеза достаточно убедительна в отношении ДНК-содержащих вирусов. Третья версия – малоубедительна из-за отсутствия кандидата на роль протовируса и больших различий в геномах. Разные версии происхождения не являются взаимоисключающими, какие-то вирусы могли появиться до возникновения клеточных форм жизни, другие – после. У них нет общего для всех предка – не существует гена, который присутствовал бы у всех вирусов [7, 8, 11].

Эволюция происходила за счет случайно возникающих изменений в последовательности нуклеотидов геномов вирусов и естественного отбора – выживали наиболее приспособленные. Изменения в их геномах возникали в результате точечных мутаций, рекомбинаций, реассортаций, горизонтального переноса и дупликации генов. Все это – исходный материал для эволюции. Генетическое преобразование популяция достигает благодаря размножению мутантного клона или селективно ценного рекомбинанта [5, 11]. В процессе длительной эволюции вирусы приобрели способность препятствовать защитным механизмам врожденного и адаптивного иммунитета организмов. Они не только уклоняются от иммунного ответа, но и повреждают иммунную систему. У крупных вирусов гены, обеспечивающие уклонение от иммунного ответа, составляют более 50 % генома [10].

Вирусы оказались очень удобной моделью для изучения многих фундаментальных проблем биологии – генетического кода, структуры геномов, процессов транскрипции и трансляции [18].

Основы вирусологии в нашей стране заложили академики Л.А. Зильбер, М.П. Чумаков, А.А. Смородинцев, В.Д. Соловьев, В.М. Жданов, Д.К. Львов, В.Н. Сюрин. Со временем их ученики стали ведущими вирусологами и создали собственные на-

учные направления [2]. Главной задачей вирусологии была и остается – борьба с вирусными инфекциями человека и животных. За весь период существования ее как науки ликвидировали только два заболевания – натуральную оспу и чуму крупного рогатого скота. Официально победу над оспой провозгласили на сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения в мае 1980 г. Наша страна безвозмездно передала ВОЗ и многим странам более 1,5 млрд доз оспенной вакцины. В мае 2011 г. Всемирная организация по охране здоровья животных (МЭБ, OIE) объявила о глобальной эрадикации чумы крупного рогатого скота. Основную роль в ликвидации этих болезней играли живые вакцины [18, 21].

Современное быстрое развитие вирусологии открывает новые горизонты для решения вопросов диагностики, профилактики и лечения вирусных заболеваний человека и животных. Новые технологии позволяют ученым одновременно идентифицировать различные вирусы в организме и объектах внешней среды, с помощью секвенирования геномов анализируют вирусные популяции в их естественной среде обитания [18].

Заключение. Вирусология как наука сформировалась достаточно быстро, в 1892 г. Д.И. Ивановский открыл первый вирус, а в первой половине XX века уже появились собственные методы исследований. Больших успехов вирусологи добились во второй половине XX века, когда стали применять в экспериментах методы физики, химии, генетики и молекулярной биологии. Быстрое развитие науки сейчас связано с внедрением новых технологий. Будущее вирусологии предсказать невозможно, но, несомненно, будут разработаны новые подходы для решения актуальных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альховский С.В. Метагеномный подход – полногеномное секвенирование. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных. Под ред. академика РАН Д.К. Львова. М.: МИА, 2013; 476 – 479.

2. Ершов Ф.И. История вирусологии от Д.И. Ивановского до наших дней. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020; 288.

3. Ивановский Д.И. О двух болезнях табака. Табачная пепелица, мозаичная болезнь. Сельское хозяйство и лесоводство. 1892; CCIXX: 104 – 124.

4. Ивановский Д.И. Мозаичная болезнь табака. Труды Варшавского университета. 1892; 6:49 – 72.

5. Кордингли М. Вирусы. Драйверы эволюции. Друзья или враги? М.: АСТ, 2019; 400.

6. Львов Д.К. Рождение и становление вирусологии. Руководство по вирусологии. Вирусы и вирусные инфекции человека и животных. Под ред. академика РАН Д.К. Львова. М.: МИА, 2013; 29 – 46.

7. Меллинг К. Вирусы: скорее друзья, чем враги. М.: Альпина Паблишер, 2018; 568.

8. Орлянкин Б.Г. Происхождение и эволюция вирусов. Ветеринария. 2018; 9: 4 – 11.

9. Орлянкин Б.Г. Роль и место вирусов в биосфере. Ветеринария. 2021; 1:3 –8.

10. Орлянкин Б.Г., Алипер Т.И. Уклонение вирусов от иммунного ответа организмов. Ветеринария. 2024; 4:3 – 8.

11. Орлянкин Б.Г., Алипер Т.И. Эволюция вирусов. Ветеринария. 2024; 11:3 – 9.

12. Прайд Д. Вирусы внутри нас. В мире науки. 2021; 3:29 – 35.

13. Сергеев В.А., Непоклонов Е.А., Алипер Т.И. Вирусы и вирусные вакцины. М.: «Библионика», 2007; 524.

14. Циммер К. Планета вирусов. М.: Альпина нонфикшн, 2023; 190.

15. Abrahao J., Howley P.M., Knipe D.M. Giant viruses. Fields Virology: Fundamentals, 7th edition. Eds. Wolters Kluwer, 2024; 4:467 – 493.

16. Beijerinck M. Concerting a contagium vivum fluidum as a cause of the spot-disaese of tobacco leaves. Verh. Acad. Wetensch. 1898; 6·3 – 21.

17. Enders J.F., Weller T.H., Robbins F.C. Cultivation of the Lansing strain of poliomyelitis virus in cultures of various human embryonic tissues. Science. 1949; 109:85 – 87.

18. Enquist L.W., Racaniello V.R. Virology: from contagium fluidum to virome. Fields Virology: Fundamentals, 7th edition. Wolters Kluwer, 2024; 4:1 – 20.

19. Gey G.O., Coffman W.D., Kubicek M.T. Tissue culture studies of the proliferative capacity of cervical carcinoma and normal epithelium. Cancer Res. 1952; 12:264, 265.

20. Loeffler F., Frosch P. Summarischer Bericht uber die Ergebnisse der Kommission zur Erforschung der Maul-and-Klauenseuche. Zentralbl. Bakt. Parasit. Infect. 1897; 22:257-259.

21. MacLachlan N.J., Dubovi E.J. The Nature of viruses. Fenner's Veterinary Virology, 5th edition. Eds. Academic Press, 2017; 3-16.

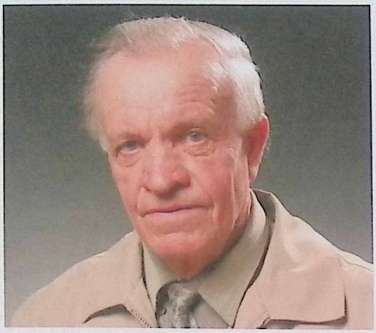
22. Mayer A. On the mosaic disease of tobacco. Landun. Verssmen. 1886; 32:451-467.

23. Reed W., Carroll J., Agramonte A. et al. Expedition report. In: USA Senate Documents. 1901; 66:156-172.

24. Reed W., Carroll J. The etiology of yellow fever. Amer. Med. 1902; 3: 301-305.

25. Stanley W. Some chemical, medical and philosophical aspects of viruses. Science. 1941; 93:143-145.

26. Zerbini F.M., Siddell S.G., Lefkowitz E.J. et al. Changes to virus taxonomy and the ICTV Statutes ratified by the International Committee on Taxonomy Viruses. Arch. Virol. 2023; 168:175.



Ветеринарная общественность тепло поздравила с 90-летием

ИЛЬЮ АРТЕМЬЕВИЧА БУРЕЕВА,

доктора технических наук, профессора, член-корреспондента общественной Академии инженерных наук, заслуженного изобретателя России.

Илья Артемьевич родился в 1935 г. в Башкирской АССР. В 1963 г. поступил во ВНИИВВиМ в отдел контрольно-измерительной аппаратуры. После окончания заочной аспирантуры в 1978 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук и был назначен заведующим лабораторией «Охрана окружающей среды». Под его научным руководством в плане выполнения НИОКР разработаны различные приборы для контроля окружающей среды, которые доведены до серийного выпуска отечественной промышленностью (прибор для автоматического отбора биологических проб на наличие микроорганизмов, высокоэффективный пробоотборник биологических аэрозолей, прибор для отбора и концентрирования жидких проб). И.А. Буреев защитил докторскую диссертацию в 1990 г., а в 1995 г. ему было присвоено звание профессора. В 1991 – 1996 гг. он заведующий лабораторией «Технологические процессы и аппараты», в 1998 – 2005 гг. – заведующий научно-производственным отделом. При этом являлся научным руководителем НИОКР по различным темам, а также по Международной программе «Интер ПАВ».

Илья Артемьевич известен научной общественности как высококвалифицированный специалист в области биотехнологии и охраны окружающей среды. Для производства биопрепаратов и защиты животных от особо опасных болезней им спроектирован и внедрен в ветеринарную практику комплекс технических средств. Это отечественная установка для нанобиотехнологий при роллерном культивировании клеток и вирусов; полуавтоматы для разлива и закатки биопрепаратов во флаконы; арсенал различных универсальных аэрозольных генераторов для распыления дезинфектантов, вакцин, лечебных препаратов при профилактике респираторных болезней животных и птиц. Разработаны теоретические основы обнаружения микроорганизмов в окружающей среде для ВНИИВВиМ. Под его научным руководством создан новый комплекс аэрозольной техники. Аэрозольные генераторы используют на разных птицефабриках для массовой вакцинации, терапии птицы, а также для дезинфекции производственных помещений. Данные аэрозольные технологии и аппараты позволили механизировать процесс лечения и в несколько раз снизить трудозатраты и себестоимость проводимых работ. Они внедрены также в других отраслях агропромышленного комплекса.

Деятельность Ильи Артемьевича весьма многогранна, он опубликовал более 290 научных работ, имеет 80 авторских свидетельств на изобретения и патенты, является членом Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова. Одна из последних монографий И.А. Буреева с соавторами «Профилактика инфекционных болезней животных аэрозолями химических и биологических препаратов» (2016 г.) вызывает интерес ветеринарных специалистов, научных работников и студентов вузов.

В 1995 г. И.А. Бурееву присвоено звание «Заслуженный изобретатель РФ». Он также награжден орденами «За созидание» I – II степени, различными медалями ВДНХ и ВВЦ, знаками «Изобретатель СССР», «Лучший изобретатель МСХ» и «Почетным знаком Роспатента», является лауреатом премии В.А. Дегтярёва.

Коллектив ФГБНУ ФИЦВиМ

В адрес юбиляра поступили многочисленные пожелания доброго здоровья и дальнейших творческих успехов. Редакционная коллегия присоединяется к этим теплым поздравлениям.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ АПК

Ранее:

Agros expo

AgroTech expo
КАРТОФЕЛЬ ОВОЩИ, ПЛОДЫ

21-23 ЯНВАРЯ 2026

Москва | Крокус Экспо

НОВЫЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ ФОРМАТ **ОТ ПОЛЯ И ФЕРМЫ ДО ПЕРЕРАБОТКИ: ВСЕ КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АГРОПРОМА** ТЕПЕРЬ НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ! **РЕШАЙТЕ ЗАДАЧИ** ВО ВСЕХ СФЕРАХ ВАШЕГО **АГРОБИЗНЕСА КОМПЛЕКСНО В НАЧАЛЕ ГОДА** НА AGRAVIA

ЖИВОТНОВОДСТВО И ПЕРЕРАБОТКА

a:livestock & poultry

Племенное дело и Технологии для Молочного и Мясного Скотоводства, Свиноводства, Птицеводства и др. видов Животноводства, Кормопроизводства, Мясопереработки

ГЕНЕТИКА • ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ И КОРМЛЕНИЯ • ДОИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ • УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ • СТРОИТЕЛЬСТВО • КОРМОПРОИЗВОДСТВО И КОРМОЗАГОТОВКА • ПЕРЕРАБОТКА ЖИВОТНОГО БЕЛКА • СБЫТ

a:feed & health

Кормовые решения, Продукты Ветеринарии, Комбикормовое Оборудование

КОРМА, КОМПОНЕНТЫ КОРМОВ • КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ • КОНЦЕНТРАТЫ • ПРЕМИКСЫ • РАЦИОНЫ И ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ • ВЕТЕРИНАРНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И ВАКЦИНЫ • ВЕТЕРИНАРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ • ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОДУКТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ • СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ • КОМБИКОРМОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

РАСТЕНИЕВОДСТВО И ПЕРЕРАБОТКА

a:field crops

Технологии Производства и Переработки Зерновых, Зернобобовых, Масличных, Кормовых, Технических и Специальных Полевых Культур

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ • СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО • СЗР, УДОБРЕНИЯ • ПОСТУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА • ХРАНЕНИЕ И ЛОГИСТИКА • ЗАПЧАСТИ, РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ГСМ • ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ • СТРОИТЕЛЬСТВО • СБЫТ

a:potato & horti

Технологии Производства и Переработки Картофеля, Овощей Открытого и Закрытого Грунта, Фруктов и Ягод

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ • СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО • СЗР, УДОБРЕНИЯ • ПОСТУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА • ХРАНЕНИЕ И ЛОГИСТИКА • ЗАПЧАСТИ, РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ГСМ • СТРОИТЕЛЬСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕПЛИЦ • ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ • СТРОИТЕЛЬСТВО • СБЫТ

Организатор: АГРОС ЭКСПО ГРУПП

+7 (495) 128-29-59
agravia@agros-expo.com

agravia.org