

МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ КЛОСТРИДИАЛЬНОЙ ИНФЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Безбородова Н.А., Томских О.Г., (✉) Кожуховская В.В., Порываева А.П., Сажаев И.М.

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук

Екатеринбург, Россия

(✉) e-mail: Tetramegon@yandex.ru

Представлены обзор опубликованных материалов зарубежных и отечественных ученых, анализ результатов собственных исследований по проблеме клостридиозов крупного рогатого скота. Отражена современная этиологическая структура клостридиозов на территории Российской Федерации в соответствии с данными Центра ветеринарии (Москва). Описан видовой состав бактерий рода *Clostridium*, вызывающих заболевания у крупного рогатого скота, более чем в 17 регионах нашей страны. Приведены данные о видовом разнообразии клостридий и вакцинации против ЭМКР поголовья крупного рогатого скота в Уральском регионе. Представлена актуальная информация об иммунобиологических препаратах против клостридиозов крупного рогатого скота, официально внесенных в Государственный реестр лекарственных средств для ветеринарного применения в России. Освещены вопросы иммуногенности вакцин и эффективности их применения на поголовье крупного рогатого скота в зависимости от различных факторов. Приведены сравнительные данные применения отечественных и зарубежных вакцин в ветеринарной практике на сельхозпредприятиях, достоинства и недостатки используемых препаратов. Рассмотрены современные российские иммунобиологические лекарственные средства против клостридиозов крупного рогатого скота. Кратко описаны основные меры профилактики по каждому инфекционному заболеванию, вызываемому клостридиями.

Ключевые слова: вакцинация, иммунизация, вакцина, специфическая профилактика, клостридии, анаэробы, крупный рогатый скот, *Clostridium*, сельскохозяйственные организации

PREVENTION METHODS FOR CLOSTRIDIAL INFECTION OF CATTLE ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Bezborodova N.A., Tomskikh O.G., (✉) Kozhuhovskaya V.V., Poryvaeva A.P., Sazhaev I.M.

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre – Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
Ekaterinburg, Russia

(✉) e-mail: Tetramegon@yandex.ru

This article presents a review of the literature data of foreign and domestic scientists, as well as an analysis of the results of our own research on the problem of clostridial infections in cattle. This paper provides insight into current etiological structure of clostridiosis in the Russian Federation in accordance with the data of the Federal State Budgetary Institution “Center for Veterinary Medicine”. The species composition of bacteria of the genus *Clostridium*, which causes diseases in cattle in more than 17 regions of Russia, is described. Moreover, data on the *Clostridia* species diversity in the Ural region and information on vaccination against blackleg of cattle bred in the Sverdlovsk region are presented. The issues of immunogenicity of vaccines and the effectiveness of their use in cattle, depending on various factors, are highlighted. Up-to-date information on immunobiological preparations against clostridial diseases in cattle officially included in the register of medicinal products of the Russian Federation is presented. The advantages and disadvantages of domestic and foreign vaccines used in veterinary practice are analyzed. A review of current data in the field of new developments of Russian immunobiological agents against clostridial infections in cattle is presented. Comparative data on the use of domestic and foreign vaccines in veterinary practice at agricultural organizations are given. In a brief form, the main preventive measures for each infectious disease caused by clostridia are described.

Keywords: vaccination, immunization, vaccine, specific prophylaxis, clostridia, anaerobes, cattle, *Clostridium*, agricultural organizations

Для цитирования: Безбородова Н.А., Томских О.Г., Кожуховская В.В., Порываева А.П., Сажаяев И.М. Методы профилактики клостридиальной инфекции крупного рогатого скота на территории Российской Федерации // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 8. С. 92–100. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-8-11>

For citation: Bezborodova N.A., Tomskikh O.G., Kozhuhovskaya V.V., Poryvaeva A.P., Sazhaev I.M. Prevention methods for clostridial infection of cattle on the territory of the Russian Federation. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 8, pp. 92–100. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-8-11>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа проведена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 0532-2021-0007 «Изучение структуры антигенного пейзажа возбудителей эмерджентных инфекций сельскохозяйственных животных, биологических особенностей механизмов их взаимодействия с макроорганизмом».

Acknowledgements

The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation № 0532-2021-0007 “Study of the structure of the antigenic landscape of causative agents of emergent infections of farm animals, biological features of the mechanisms of their interaction with the macroorganism”.

Клостридиозы – болезни теплокровных животных, вызываемые анаэробными спорообразующими микроорганизмами рода *Clostridium*. Данный род состоит из 250 видов бактерий. Выделяемые клостридиями экзотоксины вызывают поражение желудочно-кишечного тракта, мягких тканей и нервной системы различной степени тяжести [1, 2]. Для крупного рогатого скота (КРС) эпизоотически и диагностически важными являются следующие клостридиальные инфекции: эмфизематозный карбункул (ЭМКАР), анаэробная энтеротоксемия, злокачественный отек, столбняк, геморрагический энтерит, некротический гепатит и энтерит [3]. Указанные инфекции вызывают патогенные анаэробные бактерии *C. perfringens*, *C. difficile*, *C. tetani*, *C. chauvoei*, *C. septicum*, *C. novyi* [3–5].

По данным Центра ветеринарии (Москва), ежегодно фиксируются единичные случаи клостридиозов животных [3]. В стадах КРС чаще диагностируют такие клостридиальные заболевания, как злокачественный отек и анаэробная энтеротоксемия, реже – ЭМКАР. Столбняк за последние 10 лет не был обнаружен ни разу. Согласно статистическим данным мониторинга за 2007–2017 гг., в

указанный период уровень заболевания клостридиозными инфекциями КРС постоянно снижался. Например, число заболевших анаэробной энтеротоксемией уменьшилось на 88,3%, ЭМКАР – на 95,2, злокачественным отеком – на 70,0% [6]. Стоит отметить, что официальные данные не всегда отражают текущую ситуацию по заболеваемости¹ [3, 5].

А.В. Капустин с соавт. провели обследование 32 хозяйств из 16 регионов Российской Федерации. Было изучено 2913 проб биоматериала от 983 коров и 119 телят различного возраста² [3, 6]. В анализируемых образцах чаще всего выявляли *C. septicum* (34,5%), *C. perfringens* типа А (23,25) и *C. perfringens* типа С (14,25%). При моноинфекциях выявляли *C. perfringens* типа D и *C. sordellii* (6,5%), *C. novyi* (2,5%). Единично обнаружены *C. tetani*, *C. sporogenes*, *C. bifermentans*, *C. baratii*, *C. tertiu*, *C. hastiforme*, *C. difficile*, *C. innocuum*, *C. histolyticum* (см. сноску 2).

Также отечественными учеными было определено видовое разнообразие патогенов рода *Clostridium* в Московской, Тюменской, Рязанской, Курской, Иркутской, Нижегородской, Кировской, Тверской, Белгородской, Псковской, Саратовской, Самарской, Челябинской областях и в Республике Мордовия: изоляты

¹Глотова Т.И., Терентьева Т.Е., Глов А.Г. Возбудители и возрастная восприимчивость крупного рогатого скота к клостридиозам // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 1 (254). С. 90–96.

²Дементьева М.С., Крысенко Ю.Г. Сравнительная экономическая эффективность схем иммунопрофилактики клостридиозов крупного рогатого скота // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Ижевск, 15–18 февраля 2022 г.). Ижевск: Издательство Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, 2022. С. 149–153.

C. perfringens, *C. septicum*, *C. sporogenes* занимают доминирующее положение, *C. difficile*, *C. butyricum*, *C. bifermentans* встречаются единично [4, 7].

По данным Департамента ветеринарии Свердловской области, при проведении эпизоотологического мониторинга в 2007–2021 гг. было зарегистрировано десять вспышек ЭМКАР на пяти сельхозпредприятиях, расположенных на территории Красноуфимского, Белоярского, Артинского и Невьянского районов. Кроме того, в тот же период зафиксировано 13 случаев злокачественного отека на четырех сельхозпредприятиях Новоуральского городского округа, Таборинского, Красноуфимского и Ачитского районов.

В 2020–2022 гг. с использованием молекулярно-генетических методов нами проведены диагностические исследования биопроб от КРС из 12 животноводческих предприятий, расположенных в Свердловской области. В пробах фекалий, в гомогенатах из патматериала от погибших телят и коров, в образцах молока были выявлены геномы ДНК *C. difficile* и *C. perfringens* в 76,2% случаев. Суммарная доля регистрации генома *C. difficile* в биопробах составляла 56,2%, генома *C. perfringens* – 45,0%, при этом в 25,0% случаев геномы *C. difficile* и *C. perfringens* обнаруживали совместно. Установлено, что выявленные *C. difficile* в 48,0% случаев обладали токсигенностью, в 16,2% случаев не имели полного патогенного локуса. Основным токсинотипом *C. difficile* был CDT (41,0%), токсинотип В зафиксирован у 6,0% клостридий, токсинотип А – у 1,0%. Один раз у *C. difficile* выявлены гены вирулентности, отвечающие за продукцию токсинов А, В и CDT. В 2020 г. по результатам комплексных лабораторных исследований был подтвержден диагноз «инфекционная анаэробная энтеротоксемия телят», этиологическим агентом которой служили патогенные бактерии *C. perfringens* и *C. difficile* токсинотипа В. Также установлено, что причиной гибели коров стала острая кишечная инфекция, вызванная ассоциа-

цией возбудителей *C. perfringens* и *C. difficile* типа CDT [8, 9].

Российскими и зарубежными учеными, а также практическими специалистами доказано, что ненадлежащий контроль за зоогигиеническим и зоосанитарным состоянием, отсутствие вакцинации и дезинфекции являются одними из основных причин вспышек клостридиальной инфекции на животноводческих предприятиях (см. сноску 1) [4, 10, 11]. Во всем мире для защиты животных от этих болезней применяется широкий спектр клостридиальных анатоксинов, бактерианатоксинов или цельнокультуральных вакцин. Например, в стадах КРС специфическая профилактика *C. chauvoei* началась еще в 1930 г. и продолжает выполняться до сих пор в неблагополучных по ЭМКАР регионах [2]. Такая концепция плановой ежегодной вакцинации поголовья дала хороший результат, в связи с чем в настоящее время возникают лишь единичные спорадические случаи заболевания [12].

По данным Департамента ветеринарии Свердловской области, в регионе с каждым годом возрастает количество вакцинированных против ЭМКАР животных. Если в 2015 г. доля вакцинированного поголовья составляла менее 10,0% от общего числа КРС в области, то в 2022 г. данный показатель увеличился до 73,0% (см. табл. 1).

Поливалентные вакцины против клостридиозов КРС, овец и коз начали применяться с 1950 г. (см. сноску 2) [3, 12]. До 2009 г. в России ассоциированные вакцины для профилактики клостридиальной инфекции КРС не выпускались. На отечественном рынке иммунобиологических препаратов для животных были представлены вакцина против ЭМКАР и столбнячный анатоксин³. Вакцина против ЭМКАР, разработанная С.Н. Муромцевым (1931 г.) и модернизированная Ф.И. Каган и Я.Р. Коваленко (1965 г.), содержала инактивированную концентрированную бактериальную массу *C. chauvoei*, адсорбированную на геле гидрата окиси алюминия [3]. Столб-

³Попова А.С., Алексеева И.Г. Диагностика клостридиозов у крупного рогатого скота // Современные тенденции развития ветеринарной науки и практики: материалы Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. (Омск, 26 октября 2021 г.). Омск: Издательство Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, 2021. С. 43–46.

Табл. 1. Динамика вакцинации против ЭМКАР крупного рогатого скота, разводимого на территории Свердловской области

Table 1. Dynamics of vaccination against blackleg in cattle bred in the Sverdlovsk region

Год	Поголовье, гол.	Вакцинировано	
		гол.	%
2015	232 734	23 207	9,9
2016	227 314	123 875	54,5
2017	225 678	112 996	50,1
2018	228 917	131 401	57,4
2019	218 837	139 002	63,5
2020	222 784	173 853	78,0
2021	211 353	180 960	85,6
2022	220 199	161 075	73,0

нячный анатоксин содержит инактивированный формалином, осажденный и сорбированный на алюмокалиевых квасцах токсин *C. tetani* [4, 8]. Профилактика злокачественных отеков, некротического гепатита, анаэробной энтеротоксемии была невозможна из-за отсутствия препаратов⁴. В настоящее время в Государственный реестр лекарственных средств для ветеринарного применения, зарегистрированных в Российской Федерации, официально внесено 15 вакцин против клостридиозов сельскохозяйственных животных, которые выпускают десять отечественных и пять зарубежных производителей (см. табл. 2).

Иммуногенность и действенность вакцин зависят от многих моментов – от количества и качества выращенных микроорганизмов, антигена, иммуностимуляторов, адъюванта, консервантов, технологии изготовления, схемы применения, защитных свойств организма животного [11, 13]. При вакцинации против опасных клостридиозов очень важно отслеживать следующие критерии: верификация дозы препарата, интенсивность иммунного ответа макроорганизма, длительность сохранения протективного иммунитета после проведения вакцинации и ревакцина-

ции (см. сноску 2). Поскольку всевозможные виды клостридий являются возбудителями различных инфекционных заболеваний, считается, что при проведении профилактических мероприятий в животноводческих хозяйствах эффективнее использовать ассоциированные и поливалентные вакцины [5, 10].

В настоящее время на российском рынке наиболее доступные клостридиальные вакцины представляют собой комбинированные препараты против нескольких клостридиальных видов, часто включающие анатоксины, полученные из нескольких токсинотипов *C. perfringens*: токсинотипы С и D почти всегда включаются производителями в состав клостридиальных вакцин, тогда как токсинотипы А и Е вводятся в композиции комбинированных препаратов значительно реже. Кроме того, в вакцинах обычно присутствуют анатоксины нескольких других видов клостридий: *C. chauvoei*, *C. novyi*, *C. sordellii*, *C. septicum*, *C. tetani*. Исследователи утверждают, что системного иммунитета, выработанного к *C. perfringens* типа А, достаточно для защиты от ассоциированных кишечных заболеваний. Так как *C. perfringens* является кишечным патогеном, с учетом местной активности его токсинов предполагается, что IgA слизистых оболочек играет более важную роль, чем IgG сыворотки, в защите от некрогеморрагического энтерита КРС⁵ [1, 14].

Высокая генетическая изменчивость клостридий зачастую делает некоторые вакцины низкоэффективными. Часть выпускаемых вакцин не содержит часто выявляемых видов клостридий, например *C. sordellii*, которая вызывает у животных газовую гангрену. Поэтому при разработке плана противоэпизоотических мероприятий на животноводческих предприятиях и выборе вакцин необходимо проведение комплексных лабораторных исследований биоматериала от животных для определения видовой принадлежности и токсинотипа клостридий [15].

⁴Капустин А.В., Лаишевцев А.И., Скляров О.Д., Абросимова Н.С. Разработка метода контроля иммуногенной активности ассоциированной вакцины против клостридиозов крупного рогатого скота // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. Т. 63. № 3. С. 170–175.

⁵Шкуратова И.А., Шилова Е.Н., Соколова О.В. Ветеринарно-санитарные аспекты профилактики болезней молодняка крупного рогатого скота в современных промышленных комплексах // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2017. № 12. С. 51–54.

Табл. 2. Иммунобиологические лекарственные средства против клостридиозов сельскохозяйственных животных

Table 2. Immunobiological drugs against clostridiosis of farm animals

№ п/п	Наименование лекарственного препарата, производитель	Компоненты, входящие в состав вакцины
1	2	3
<i>Вакцины, изготовленные из культур клеток</i>		
1	Концентрированная поливалентная гидроокисьалюминиевая вакцина против бродзота, инфекционной энтеротоксемии, злокачественного отека овец и дизентерии ягнят (ФКП «Армавирская биофабрика», Россия)	Инактивированные формалином культуры вакцинных штаммов <i>C. septicum</i> , <i>C. oedematis</i> , <i>C. perfringens</i> типов В, С, D
2	Вакцина против эмфизематозного карбункула крупного рогатого скота и овец инактивированная (ФКП «Армавирская биофабрика», Россия)	Инактивированные формалином концентрированные культуры вирулентного штамма <i>C. chauvoei</i> R-15
3	Ван Шот Ультра 8 (One Shot Ultra 8). Вакцина для профилактики клостридиозов и пастереллеза крупного рогатого скота инактивированная (Zoetis, США)	1) культуры бактерий <i>Manheimia (Pasteurella) haemolytica</i> (штамм NL 1009), инактивированные формалином 2) культуры бактерий <i>C. chauvoei</i> (штамм F), <i>C. septicum</i> (штамм А), <i>C. haemolyticum</i> (штамм IRP135), <i>C. novyi</i> (штамм 8296), <i>C. sordelli</i> (штамм 5918), <i>C. perfringens</i> (тип С, штамм PC8), <i>C. perfringens</i> (тип D, штамм 317), инактивированные формалином
4	ЭМКАР. Вакцина против эмфизематозного карбункула крупного рогатого скота и овец (ФКП «Ставропольская биофабрика», Россия)	Культуры штамма <i>C. chauvoei</i> R-15, инактивированные формалином
5	Вакцина против клостридиозов животных. Поливалентная концентрированная вакцина против бродзота, инфекционной энтеротоксемии, злокачественного отека и дизентерии животных (ООО «Агровет», Россия)	Культуры вакцинных штаммов <i>C. septicum</i> , <i>C. novyi</i> , <i>C. perfringens</i> типов В, С, D, инактивированные формалином
6	Формолвакцина против эмфизематозного карбункула крупного рогатого скота и овец концентрированная гидроокисьалюминиевая (ФКП «Армавирская биофабрика», Россия)	Культуры штамма <i>C. chauvoei</i> R-15, инактивированные формалином
<i>Вакцины, изготовленные из анатоксинов и культур клеток</i>		
7	Коглавакс (Coglavax). Вакцина против клостридиозов крупного рогатого скота и овец поливалентная инактивированная (Ceva-Phylaxia Veterinary Biologicals Company, Венгрия)	Альфа-анатоксин <i>C. perfringens</i> типа А, бета-анатоксин <i>C. perfringens</i> типа С, эпсилон-анатоксин <i>C. perfringens</i> типа D, анатоксин <i>C. septicum</i> , анатоксин <i>C. novyi</i> типа В, анатоксин <i>C. tetani</i> , анакультура <i>C. chauvoei</i>
8	Эквилис Преквенза Те (Equilis Prequenza Te). Вакцина для профилактики гриппа и столбняка лошадей (Intervet International, Нидерланды)	Культуральная жидкость культуры клеток СПФ-эмбрионов кур, зараженных рекомбинантным вирусом оспы канареек (штамм vCP2242), экспрессирующий ген гемагглютинирина вируса гриппа A/equi-2/Ohio/03[H ₃ N ₈] и штамм vCP 1533, экспрессирующий ген гемагглютинирина вируса гриппа A/equi-2/Newmarket/2/93[H ₃ N ₈] и очищенного анатоксина <i>C. tetani</i> (30 ME)
9	Вакцина против гриппа и столбняка лошадей инактивированная (ФКП «Курская биофабрика», Россия)	Столбнячный токсин и культуральная жидкость перевиваемой линии клеток MDCK, инфицированной вирусом гриппа лошадей
10	Антокс. Поливалентный анатоксин против клостридиозов овец инактивированный (ФКП «Ставропольская биофабрика», Россия)	Смесь токсинов штаммов <i>C. perfringens</i> типов В (С) и D, <i>C. oedematis</i> и бактериальных клеток штамма <i>C. septicum</i> , инактивированных формалином
11	Клостбовакс 8. Вакцина против клостридиозов овец и крупного рогатого скота поливалентная инактивированная (ООО «Ветбиохимия», Россия)	Инактивированные культуры штаммов <i>C. chauvoei</i> и <i>C. septicum</i> , анатоксинов <i>C. novyi (oedematis)</i> типа В, <i>C. perfringens</i> типов А, С, D, <i>C. tetani</i>

Окончание табл. 2

1	2	3
12	Токсипра плюс (Toxipra plus). Вакцина против энтеротоксемии, эмфизематозного карбункула и столбняка инактивированная (Laboratorios Hirpa, Испания)	Бета- и эpsilon-токсоиды <i>C. perfringens</i> типов В, С и D, альфа-токсоиды <i>C. novyi</i> типа В, альфа-токсоиды <i>C. septicum</i> , анакультуры <i>C. chauvoei</i> , токсоиды <i>C. tetani</i>
13	Пастанарм-8. Вакцина против пастереллеза и клостридиозов жвачных ассоциированная поливалентная инактивированная (ФКП «Армавирская биофабрика», Россия)	Смесь инактивированных формалином анатоксинов, культур бактерий <i>Clostridium</i> и <i>Mannheimia</i> (<i>Pasteurella</i>) <i>haemolytica</i>
14	Антокс-9. Вакцина против клостридиозов сельскохозяйственных животных инактивированная (ФКП «Ставропольская биофабрика», Россия)	Культуры клеток <i>C. chauvoei</i> , <i>C. septicum</i> , анатоксинов <i>C. novyi</i> (<i>oedematiens</i>) типов А и В, <i>C. perfringens</i> типов А, С (В) и D, <i>C. sordellii</i> , <i>C. tetani</i> , инактивированные формалином
15	Куболак (Cubolac). Вакцина против клостридиозов крупного рогатого скота и овец поливалентная инактивированная (CZ Vaccines, Испания)	Культуры клеток <i>C. chauvoei</i> , альфа-, бета- и эpsilon-анатоксинов <i>C. perfringens</i> типов А, С, D, анатоксинов <i>C. septicum</i> , <i>C. novyi</i> типа В, <i>C. sordellii</i> , инактивированные формальдегидом

Исследования по разработке и усовершенствованию вакцин против клостридиозов сельскохозяйственных животных продолжают. Проводятся испытания новых препаратов в условиях клинических исследований, результаты публикуются в открытой печати для всестороннего ознакомления с научными разработками ветеринарных специалистов-практиков. Например, А.В. Данилюк с соавт. (см. сноску 2) разработали и внедрили первую отечественную вакцину против клостридиозов КРС и овец, создающую напряженный иммунитет против *C. perfringens* типов А, В, С, D, *C. chauvoei*, *C. tetani*, *C. novyi*, *C. septicum* продолжительностью не менее 12 мес. А.В. Капустин с соавт. [12] создали поливалентную инактивированную вакцину против ЭМКП для КРС и овец, которая позволяет не только получить напряженный поствакцинальный иммунитет у лабораторных животных, но и увеличить его продолжительность от 7 до 12 мес (у давно применяемой в практике вакцины поствакцинальный иммунитет сохраняется лишь 6 мес). Кроме того, учеными-разработчиками постоянно публикуются данные по сравнительному анализу иммуногенной активности образцов вакцин отечественного и зарубежного производства, что позволяет ветеринарным специалистам выбирать для своих животноводческих предприятий наиболее эффективные препараты [2, 13, 16].

Основным методологическим подходом в контроле за болезнями, обусловленными бактериями рода *Clostridium*, служит профилактика, которая состоит из трех ключевых звеньев: 1) индивидуальные программы биозащиты от клостридиозов в каждом хозяйстве; 2) планомерная и своевременная вакцинация поголовья; 3) строгое соблюдение зоосанитарных и зоогигиенических правил на сельскохозяйственном предприятии [10].

Действенной мерой против клостридиозов сельскохозяйственных животных является вакцинация поголовья. Например, профилактическая вакцинация против ЭМКП проводится после достижения телятами 3-месячного возраста и до 4 лет. Существуют два вида вакцин – живая (ревакцинация 1 раз в год) и инактивированная (ревакцинация 2 раза в год). При локальной эпидемии в поголовье КРС внепланово вакцинируют всех животных. Переболевшие особи сохраняют напряженный иммунитет (телята до 3 мес, коровы и быки до 4 лет) [8].

В процессе профилактических мероприятий против злокачественного отека используют поливалентный анатоксин. При заражении животных патогенными *C. perfringens* рекомендуют применять антибактериальные препараты. Помещения, в которых находились больные животные, обрабатывают дезинфицирующими галогеносодержащими препаратами. Утилизацию павших животных

проводят в соответствии с требованиями и правилами ветеринарно-санитарного надзора [9].

Основными мерами профилактики ботулизма у КРС являются строгое соблюдение правил заготовки и хранения кормов и кормового сырья, а также постоянный контроль за зоосанитарным состоянием помещений, кормового стола и поилок. При вспышках ботулизма в хозяйствах рекомендуется применение антиботулиновой сыворотки [4, 12]. В период вспышки заболевания из рациона исключают корма животного происхождения, не прошедшие термическую обработку.

Основой профилактики столбняка является предупреждение травматизма на сельскохозяйственных предприятиях. При травмировании животным оказывается первая помощь с соблюдением требований асептики и антисептики. При больших раневых повреждениях (особенно в области конечностей), при тяжелых родах и ожоговых поражениях кожных покровов с целью профилактики столбняка не позже 12 ч вводят антитоксическую противостолбнячную сыворотку. В хозяйствах, где одновременно регистрируют несколько случаев заболевания животных столбняком, рекомендуется активно иммунизировать все поголовье анатоксином [3, 9].

Основу профилактики анаэробной энтеротоксемии телят составляют выпаивание качественным молозивом, полноценное кормление стельных коров, иммунизация взрослого скота и телят (с 2–4-недельного возраста) против клостридиозов с соблюдением всех ветеринарно-санитарных и зоогиgienических правил по содержанию и уходу. Практикующие ветеринарные специалисты рекомендуют сразу после рождения теленка применять антитоксическую сыворотку для создания пассивного искусственного иммунитета [2, 13, 15].

Для борьбы с опасными клостридиозами также необходимы систематическая дезинфекция помещений, уничтожение трупов павших животных, проверка кормов на наличие в них споровых форм клостридий [3]. Одним из наиболее важных мероприятий, ведущих к предотвращению возникновения кло-

стридиозов, является специфическая профилактика. Вакцины и другие альтернативные продукты могут помочь свести к минимуму потребность в антибиотиках, предотвращая и контролируя инфекционные заболевания в популяции, что имеет решающее значение для будущего успеха животноводства (см. сноску 5) [3, 5, 9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Безбородова Н.А.* Современный подход к проблеме клостридиозов в животноводстве: отбор проб, лабораторная диагностика, профилактика // *Российский журнал. Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии.* 2020. № 3 (35). С. 392–402.
2. *Пудовкин Д.Н.* Профилактика клостридиозов крупного рогатого скота: комплексные и комплементарные решения // *Молочное и мясное скотоводство.* 2019. № 5. С. 38–39.
3. *Нечипуренко О.О.* Опасность клостридиоза у коров // *Наше сельское хозяйство.* 2020. № 6 (230). С. 50–53.
4. *Hu W.S., Woo D.U., Kang Y.J., Koo O.K.* Biofilm and Spore Formation of *Clostridium perfringens* and Its Resistance to Disinfectant and Oxidative Stress // *Antibiotics (Basel).* 2021. N 10 (4). P. 396.
5. *Popoff M.R.* Tetanus in animals // *Journal Veterinary Diagnostic Investigation.* 2020. N 32 (2). P. 184–191.
6. *Николаева И.В., Шестакова И.В., Муртазина Г.Х.* Современные стратегии диагностики и лечения *Clostridium difficile*-инфекции (обзор литературы) // *Acta Biomedica Scientifica.* 2018. Т. 3. № 1. С. 34–42.
7. *Пулотов Ф.Х., Девришов Д.А.* Сравнительная иммуногенная активность вакцины против клостридиозов животных // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология.* 2019. № 3. С. 43–48.
8. *Безбородова Н.А., Шилова Н.Е., Соколова О.В., Кожуховская В.В., Порываева А.П.* Обнаружение и идентификация лабораторными методами бактериальных патогенов рода *Clostridium*, выявленных у крупного рогатого скота на территории Уральского региона // *Российский журнал. Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии.* 2022. № 1 (41). С. 83–92.
9. *Данилюк А.В., Капустин А.В.* Распространенность и видовое разнообразие клостридий – возбудителей анаэробных инфекций круп-

ного рогатого скота // Труды Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии им. Я.П. Коваленко. 2019. Т. 81. С. 19–26.

10. Редкозубова Л. Уберечь скот от клостридиоза // Животноводство России. 2018. № 5. С. 55–57.
11. Hoelzer K., Bielke L., Blake D.P., Cox E. Vaccines as alternatives to antibiotics for food producing animals. Part 1: challenges and needs // *Veterinary Research*. 2018. N 49 (1). P. 64.
12. Abdolmohammadi Khiav L., Zahmatkesh A. Vaccination against pathogenic clostridia in animals: a review // *Tropical Animal Health and Production*. 2021. N 53 (2). P. 284.
13. Bowe B.K., Wentz T.G., Gregg B.M., Tepp W.H. Genomic Diversity, Competition, and Toxin Production by Group I and II *Clostridium botulinum* Strains Used in Food Challenge Studies // *Microorganisms*. 2022. N 23. P. 1895.
14. Крамер Ю.Н., Пименов Н.В. Специфическая профилактика анаэробной энтеротоксемии телят: протективные свойства поливалентного анатоксина *Clostridium perfringens* // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 3. С. 52–56.
15. Пулотов Ф.Х., Девришов Д.А., Исмаев И.А. Совершенствование технологии изготовления поливалентной вакцины против клостридиозов животных // Проблемы биологии продуктивных животных. 2020. № 1. С. 34–43.
16. Зубарева В.Д., Соколова О.В., Безбородова Н.А., Шкуратова И.А., Кривоногова А.С., Бытов М.В. Молекулярные механизмы и генетические детерминанты устойчивости к антибактериальным препаратам у микроорганизмов (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 2. С. 237–256.
3. Nechipurenko O.O. Danger of clostridiosis in cows. *Nashe sel'skoe hozyaystvo = Our Agriculture*, 2020, no. 6 (230), pp. 50–53. (In Russian).
4. Hu W.S., Woo D.U., Kang Y.J., Koo O.K. Biofilm and Spore Formation of *Clostridium perfringens* and Its Resistance to Disinfectant and Oxidative Stress. *Antibiotics (Basel)*, 2021, no. 10 (4), p. 396.
5. Popoff M.R. Tetanus in animals. *Journal Veterinary Diagnostic Investigation*, 2020, no. 32 (2), pp. 184–191.
6. Nikolaeva I.V., Shestakova I.V., Murtazina G.Kh. Current strategies for diagnosis and treatment of *Clostridium difficile*-infection (literature review). *Acta Biomedica Scientifica = Acta Biomedica Scientifica*, 2018, vol. 3, no. 1, pp. 34–42. (In Russian).
7. Pulotov F.Kh., Devrishov D.A. Comparative immunogenic activity of the vaccine against animal clostridiosis. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya = Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*, 2019, no. 3, pp. 43–48. (In Russian).
8. Bezborodova N.A., Shilova N.E., Sokolova O.V., Kozhukhovskaya V.V., Poryvaeva A.P. Detection and identification by laboratory methods of bacterial pathogens of the genus *Clostridium* detected in cattle in the Ural region. *Rossiyskiy zhurnal. Problemy veterinarnoy sanitarii, gigieny i ekologii = The Russian journal "Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology"*, 2022, no. 1 (41), pp. 83–92. (In Russian).
9. Danilyuk A.V., Kapustin A.V. The prevalence and species diversity of clostridia – the causative agents of anaerobic infections in cattle. *Trudy Vserossiyskogo NII eksperimental'noy veterinarii im. Ya.R. Kovalenko = Proceedings of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Science named after Ya.R. Kovalenko*, 2019, vol. 81, pp. 19–26. (In Russian).
10. Redkozubova L. Saving cattle from clostridiosis. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal Husbandry of Russia*, 2018, no. 5, pp. 55–57. (In Russian).
11. Hoelzer K., Bielke L., Blake D.P., Cox E. Vaccines as alternatives to antibiotics for food producing animals. Part 1: challenges and needs. *Veterinary Research*, 2018, no. 49 (1), p. 64.
12. Abdolmohammadi Khiav L., Zahmatkesh A. Vaccination against pathogenic clostridia in animals: a review. *Tropical Animal Health and Production*, 2021, no. 53 (2), p. 284.

REFERENCES

1. Bezborodova N.A. Modern approach to the problem of clostridiosis in animal husbandry: sampling, laboratory diagnostics, prevention. *Rossiyskiy zhurnal. Problemy veterinarnoy sanitarii, gigieny i ekologii = The Russian journal "Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology"*, 2020, no. 3 (35), pp. 392–402. (In Russian).
2. Pudovkin D.N. Prevention of clostridiosis in cattle – complex and complementary solutions. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2019, no. 5, pp. 38–39. (In Russian).

13. Bowe B.K., Wentz T.G., Gregg B.M., Tepp W.H. Genomic Diversity, Competition, and Toxin Production by Group I and II *Clostridium botulinum* Strains Used in Food Challenge Studies. *Microorganisms*, 2022, no. 23, p. 1895.
14. Kramer Yu.N., Pimenov N.V. Specific prophylaxis of calf anaerobic enterotoxemia in calves: protective properties of the polyvalent toxoid *Clostridium perfringens*. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya = Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*, 2020, no. 3, pp. 52–56. (In Russian).
15. Pulotov F.Kh., Devrishov D.A., Ismatov I.A. Improving production technology of polyvalent vaccine against clostridiosis of animals. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh = Problems of productive animal biology*, 2020, no. 1, pp. 34–43. (In Russian).
16. Zubareva V.D., Sokolova O.V., Bezborodova N.A., Shkuratova I.A., Krivonogova A.S., Bytov M.V. Molecular mechanisms and genetic determinants of resistance to antibacterial drugs in microorganisms (review). *Sel'skhozvaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2022, vol. 57, no. 2, pp. 237–256. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Безбородова Н.А., кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник

Томских О.Г., кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник

✉ **Кожуховская В.В.**, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 620142, г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112а; e-mail: Tetramegon@yandex.ru

Порываева А.П., доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

Сажаяев И.М., младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Natalya A. Bezborodova, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Senior Researcher

Oksana G. Tomskikh, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Senior Researcher

✉ **Veronika V. Kozhukhovskaya**, Junior Researcher; **address:** 112a, Belinsky St., Yekaterinburg, 620142, Russia; e-mail: Tetramegon@yandex.ru

Antonina P. Poryvaeva, Doctor of Science in Biology, Lead Researcher

Ivan M. Sazhaev, Junior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 13.02.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 05.06.2023
Дата публикации / Published 20.09.2023