



DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-358-369

EDN: GHBNXR

УДК 619:579.8:616-002:591.2:636.2

Научная статья / Research article

Чувствительность к антибиотикам и фитобиотикам инициаторов острой катаральной bronхопневмонии у телят

Н.Ю. Родионова , П.А. Руденко  , Е.Д. Сотникова ,
И.Е. Прозоровский , М.И. Шопинская ,
Е.А. Кротова , В.И. Семенова 

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация
 pavelrudenko76@yandex.ru

Аннотация. Приведены результаты изучения антимикробной активности антибиотиков (бензилпенициллин, метициллин, амоксициллин, цефазолин, цефтриаксон, цефкином, цефепим, гентамицин, тилозин, линкомицин, энрофлоксацин, марбофлоксацин) и фитобиотиков (экстракт элеутерококка, экстракт эхинацеи пурпурной, экстракт зверобоя продырявленного), широко используемых в ветеринарии, в отношении микроорганизмов, изолированных от телят при острой катаральной бронхопневмонии. Материалом для исследования служили телята в возрасте 1–3 месяца, больные острой катаральной бронхопневмонией ($n = 37$). От больных телят отбирали бронхоальвеолярный лаваж с помощью силиконовых стерильных катетеров в стерильные пробирки. Бактериологические исследования проводили на базе ООО «Веттест» общепринятыми методами. Определение чувствительности изолированных условно-патогенных микроорганизмов к антибактериальным препаратам показало, что подавляющее их большинство имеет достаточно низкую эффективность. Установлено, что все 115 изолированных микроорганизмов оказались чувствительны лишь к трем антибактериальным препаратам: цефалоспориновым антибиотикам IV поколения — цефкиному и цефепиму, а также к фторхинолоновому антибиотику III поколения — марбофлоксацину. Из исследованных фитобиотиков наиболее выраженными антимикробными свойствами по отношению к основным инициаторам острой катаральной бронхопневмонии у телят обладает зверобой продырявленный. При этом, он показал более мощное противомикробное действие по отношению к представителям грамположительных бактерий. Это дает возможность его широкого использования при проведении комплексной терапии у данного вида животных.

Ключевые слова: легкие, воспаление, бронхоальвеолярный лаваж, микрофлора, терапия, антибактериальная активность, зверобой продырявленный

© Родионова Н.Ю., Руденко П.А., Сотникова Е.Д., Прозоровский И.Е., Шопинская М.И., Кротова Е.А., Семенова В.И., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: концепция — П.А. Руденко; методология — Н.Ю. Родионова; валидация — И.Е. Прозоровский; работа с данными — М.И. Шопинская, Е.А. Кротова; написание первой версии — П.А. Руденко, В.И. Семенова; ревизия и редактирование текста — Е.А. Кротова, Е.Д. Сотникова; визуализация результатов — П.А. Руденко, В.И. Семенова, Е.Д. Сотникова. Все авторы прочитали окончательную версию рукописи и согласны с ней.

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

История статьи: поступила в редакцию 6 февраля 2024 г., принята к публикации 7 марта 2024 г.

Для цитирования: Родионова Н.Ю., Руденко П.А., Сотникова Е.Д., Прозоровский И.Е., Шопинская М.И., Кротова Е.А., Семенова В.И. Чувствительность к антибиотикам и фитобиотикам инициаторов острой катаральной бронхопневмонии у телят // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2024. Т. 19. № 2. С. 358–369. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-358-369

Sensitivity of the initiators of acute catarrhal bronchopneumonia in calves to antibiotics and phytobiotics

Natalya Y. Rodionova , Pavel A. Rudenko  , Elena D. Sotnikova ,
Ivan E. Prozorovskiy , Marina I. Shopinskaya ,
Elena A. Krotova , Valentina I. Semenova 

RUDN University, Moscow, Russian Federation
 pavelrudenko76@yandex.ru

Abstract. Antimicrobial activity of antibacterial agents (benzylpenicillin, methicillin, amoxicillin, cefazolin, ceftriaxone, cefquinome, cefepime, gentamicin, tylosin, lincomycin, enrofloxacin, marbofloxacin) and herbal medicines (extracts of *Eleutherococcus*, *Echinacea purpurea* and *Hypericum perforatum*) was studied. The purpose of the research was to determine sensitivity to antibiotics and phytobiotics in microorganisms isolated from bronchoalveolar lavage fluid collected from calves with acute catarrhal bronchopneumonia. Calves with acute catarrhal bronchopneumonia ($n = 37$) aged 1–3 months were studied in the research. Bronchoalveolar lavage was collected into sterile test tubes from sick calves using silicone sterile catheter. Bacteriological studies were carried out in LLC “Vettest”, using generally accepted methods. Determining the sensitivity of isolated opportunistic microorganisms to antibacterial drugs showed that the vast majority of them have rather low efficiency. It was found that all 115 isolated microorganisms were sensitive only to three antibacterial drugs: fourth-generation cephalosporin antibiotics — cefquinome and cefepime, and third-generation fluoroquinolone antibiotic — marbofloxacin. Of the phytobiotics studied, *Hypericum perforatum* extract had the most pronounced antimicrobial properties against the main initiators of acute catarrhal bronchopneumonia in the calves. Moreover, it showed a more powerful antimicrobial effect against gram-positive bacteria. This makes it possible to use it widely in complex therapy in calves.

Keywords: lungs, inflammation, bronchoalveolar lavage, microflora, therapy, antibacterial activity, *Hypericum perforatum*

Conflict of interests. The authors declare that they have no conflict of interests.

Author contributions: conceptualization — Rudenko P.A.; methodology — Rodionova N.Y.; validation — Prozorovskiy I.E.; data curation — Shopinskaya M.I., Krotova E.A.; writing/original draft preparation — Rudenko P.A., Semenova V.I.; writing/review and editing — Krotova E.A., Sotnikova E.D.; visualization — Rudenko P.A., Semenova V.I., Sotnikova E.D. All authors read and approved the final manuscript.

Acknowledgments: The study was performed under the grant of the Russian Scientific Fund No. 24–26–00091, <https://rscf.ru/project/24–26–00091/>

Article history: Received: 6 February 2024. Accepted: 7 March 2024.

For citation: Rodionova NY, Rudenko PA, Sotnikova ED, Prozorovskiy IE, Shopinskaya MI, Krotova EA, Semenova VI. Sensitivity of the initiators of acute catarrhal bronchopneumonia in calves to antibiotics and phytobiotics. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(2):358–369. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-358-369

Введение

В животноводческих хозяйствах среди высокопродуктивных животных широко распространены болезни органов дыхания, которые чаще всего диагностируются у молодняка. Эти болезни приводят к значительным экономическим убыткам отрасли: гибели животных, недополучению продукции от больных или переболевших животных, замедлению их роста и развития, затратам на лечение и профилактику [1–4]. Бронхопневмония у телят регистрируется практически во всех зонах нашей страны и по удельному весу среди всех патологий в фермерских хозяйствах занимает второе место после желудочно-кишечных заболеваний, достигая 20...30 %. Этиологическим фактором неспецифической бронхопневмонии телят является комплекс причин: скученное содержание, снижение резистентности и иммунологической реактивности организма новорожденных животных, воздействие неблагоприятных факторов внешней среды, стресс, несбалансированное кормление, а также условно патогенная микробиота передних дыхательных путей, которая при перечисленных неблагоприятных условиях может приобретать патогенные свойства [5–9].

В условиях производства против факторных инфекций, в т. ч. и бронхопневмонией телят, широко используют в качестве антимикробных препаратов антибиотики, которые чаще всего назначают эмпирически. Однако на протяжении последних лет во всем мире отмечается рост устойчивости бактерий к антибиотикам [10, 11]. В связи с этим во многих странах последовательно реализуется тенденция к полному или частичному отказу от антибактериальных препаратов в животноводстве. Поиски природных альтернатив антибиотикам — наиболее популярные в последние годы научные направления в деятельности широкого круга научных коллективов [3, 12, 13].

Растения и их экстракты, известные как фитобиотики, с древних времен широко используются в ветеринарной медицине для лечения различных патологий у животных, а также в качестве стимуляторов здоровья. Фитобиотики классифицируются на основе лечебных свойств растений, экстрактов их эфирных масел

и биологически активных соединений. Большинство биологически активных соединений в растениях являются вторичными метаболитами, такими как терпеноиды, фенолы, гликозиды и алкалоиды [14–17].

Исходя из сказанного выше, определение антимикробной активности антибактериальных средств (бензилпенициллин, метициллин, амоксициллин, цефазолин, цефтриаксон, цефкином, цефепим, гентамицин, тилозин, линкомицин, энрофлоксацин, марбофлоксацин) и фитопрепаратов (экстрактов элеутерококка, эхинацеи пурпурной и зверобоя продырявленного), широко используемых в ветеринарии, по отношению к микроорганизмам, изолированным от телят при острой катаральной бронхопневмонии, — актуальное направление для научных изысканий.

Цель исследования — определить чувствительность к антибиотикам и фитобиотикам у микроорганизмов, изолированных из проб бронхоальвеолярного содержимого, отобранного при острой катаральной бронхопневмонии телят.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования служили больные острой катаральной бронхопневмонией ($n = 37$) телята в возрасте 1–3 месяца в условиях животноводческих ферм ООО «Бабаево» Собинского района Владимирской области и ООО «Дельта-Ф» Сергиево-Посадского городского округа Московской области с общим поголовьем 3680 голов, в т. ч. 1690 коров.

Животных, которых подвергали терапии в течение 14 дней до отбора проб, исключили из исследования.

Для исключения возбудителей хламидиоза и микоплазмоза в утренние часы у больных животных отбирали кровь из яремной вены в стерильные пробирки для проведения серологических исследований при помощи системы автоматической ALISEI для иммуноферментного анализа.

От больных телят отбирали бронхоальвеолярный лаваж (БАЛ) с помощью силиконовых стерильных катетеров в стерильные пробирки. Перед отбором содержимого бронхов руки и обе ноздри телят обрабатывали 70° этиловым спиртом. Отбор проб осуществлял один и тот же ветеринарный специалист без проведения седации больных животных с использованием одноразовых силиконовых стерильных катетеров диаметром 4 мм и длиной 150 см. После вытягивания головы и шеи больному теленку для того, чтобы катетер мог пройти в трахею во время фазы вдоха дыхательного цикла, вводили назогастральный катетер трансназально до тех пор, пока не возникало незначительного сопротивления. Показателем достижения области бифуркации трахеи служил повторяющийся кашлевой рефлекс. По достижении области карина назогастральный зонд отодвигали назад на 1–2 см и с помощью шприца в трахею вводили 30 мл стерильного изотонического физиологического раствора (0,9% р-р NaCl, 37 °С), а затем сразу же аспирировали до 10 мл БАЛ. Отобранный описанным способом БАЛ в течение трех часов доставляли в лабораторию для проведения бактериологических исследований.

Бактериологические исследования проводили на базе ООО «Веттест» общепринятыми методами.

Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам проводили с помощью диско-диффузионного метода. В качестве тест-препаратов использовали 12 антимикробных препаратов: бензилпенициллин, метициллин, амоксициллин, цефазолин, цефтриаксон, цефкином, цефепим, гентамицин, тилозин, линкомицин, энрофлоксацин, марбофлоксацин. При оценке полученных результатов чувствительными штаммами бактерий считали микроорганизмы при задержке их роста в присутствии антибиотика более чем на 18 мм (+++); малочувствительными — при задержке их роста на 11...18 мм (++), а нечувствительными — при задержке их роста менее 10 мм (+).

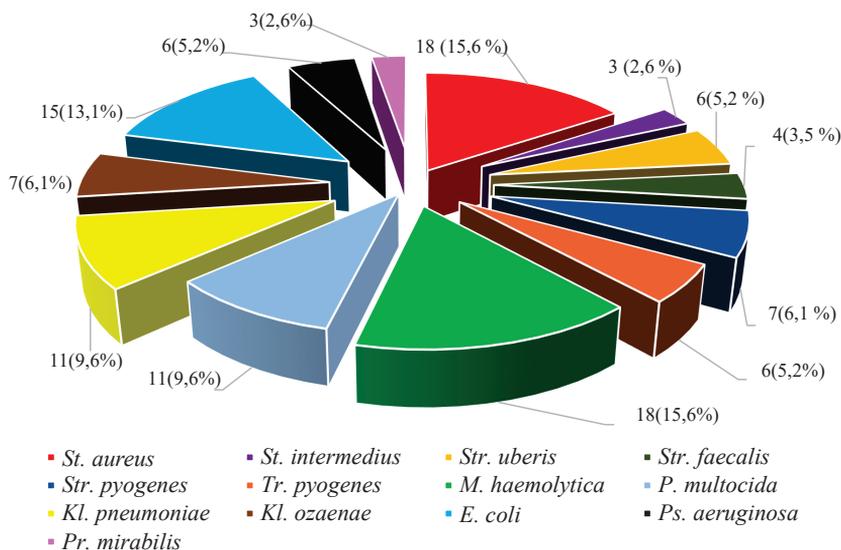
Изучение антимикробной активности экстрактов элеутерококка, эхинацеи пурпурной и зверобоя продырявленного к основным возбудителям острой катаральной бронхопневмонии телят проводили методом последовательных двукратных серийных разведений (stock, в 2 раза, 4 раза, 8 раз, 16 раз, 32 раза, 64 раза и 128 раз) в плотной питательной среде — МПА. С этой целью колбу с мясопептонным агаром разогревали в микроволновке и остужали до 45...50 °С, после чего разливали по чашкам. Разведения экстрактов лекарственных трав вносили пипеткой в стерильные чашки Петри в стерильном боксе, соблюдая правила асептики и антисептики. После затвердевания питательной среды с разведенными фитопрепаратами маркером разделяли чашку Петри на 8 секторов. В каждый сектор бактериологической петлей штрихом засеивали тестируемые штаммы микроорганизмов. Чашки с мясопептонным агаром выдерживали в термостате при 37 °С в течение суток, после чего проводили учет результатов исследования.

Полученные результаты подвергали статистическому анализу и представляли в виде рисунка и таблиц.

Результаты исследований и обсуждение

Постановка окончательного диагноза при борьбе с любым инфекционным заболеванием невозможна без определения всего спектра его возбудителей. Результаты изучения микробного пейзажа, изолированного из проб БАЛ при бронхопневмонии у телят, приведены на рисунке.

Представленные данные указывают на то, что возникновение бронхопневмонии у телят обусловлено достаточно широким спектром условно-патогенной микрофлоры. Так, из проб БАЛ при микробиологическом исследовании нами изолировано 115 бактерий тринадцати видов, отнесенных к девяти родам. При этом большая ее часть, а именно 71 культура (61,7 %), отнесена к грамотрицательным патогенам. Показано, что чаще от телят из проб бронхоальвеолярного содержимого выделяли *St. aureus* 18 (15,6 %) культур, *M. haemolytica* 18 (15,6 %) штаммов, *E. coli* 15 (13,1 %) изолятов, *P. multocida* 11 (9,6 %) культур и *Kl. pneumoniae* 11 (9,6 %) штаммов. Реже всего из отобранного материала при бронхопневмонии телят изолировали культуры *St. intermedius* и *Pr. mirabilis* — по три (2,6 %) случая соответственно.



Микробный пейзаж при бронхопневмонии у телят

Источник: выполнил П.А. Руденко с использованием Microsoft Word

Главной целью анализа чувствительности микроорганизмов-инициаторов любого инфекционного процесса к антибиотикам является прогнозирование эффективности антибактериальных препаратов при разработке стратегии борьбы с заболеванием. Поэтому в дальнейшем у изолированной микрофлоры определяли антибиотикочувствительность (табл. 1).

Таблица 1

Чувствительность выделенной микрофлоры (n = 115) к антибактериальным препаратам

Антибактериальные препараты	Результаты антибиотикограмм					
	+++		++		+	
	Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%
Бензилпенициллин	36	31,3	13	11,3	66	57,4
Метициллин	19	16,6	15	13,0	81	70,4
Амоксициллин	62	53,9	26	22,6	27	23,5
Цефазолин	73	63,5	26	22,6	16	13,9
Цефтриаксон	102	88,7	9	7,8	4	3,5
Цефкином	115	100,0	—	—	—	—
Цефепим	115	100,0	—	—	—	—
Гентамицин	74	64,3	30	26,1	11	9,6
Тилозин	62	53,9	17	14,8	36	31,3
Линкомицин	80	69,6	20	17,4	15	13,0
Энрофлоксацин	103	89,6	7	6,1	5	4,3
Марбофлоксацин	115	100,0	—	—	—	—

Установлено, что все 115 (100,0 %) выделенных штаммов микроорганизмов были чувствительны лишь к трем антибактериальным препаратам: цефалоспориновым антибиотикам IV поколения цефкиному и цефепиму, а также к фторхинолоновому антибиотику III поколения марбофлоксацину. Достаточно неплохую чувствительность изолированные культуры микроорганизмов проявили к энрофлоксацину и цефтриаксону — 103 (89,6 %) и 102 (88,7 %) изолятов соответственно.

Необходимо отметить, что подавляющее большинство представленных антимикробных препаратов проявляли достаточно низкую эффективность по отношению к изолированным культурам бактерий. Так, 8 (44,4 %) штаммов *St. aureus* и 58 (81,6 %) представителей грамотрицательной микрофлоры были устойчивы к бензилпенициллину из группы пенициллинов. Десять (55,5 %) изолятов *St. aureus* и все (71 (100,0 %)) представители выделенных нами грамотрицательных бактерий проявляли устойчивость к метициллину — β -лактамному антибиотику из класса пенициллинов. Все представители изолированных видов *Ps. aeruginosa*, *Pr. mirabilis* и *M. haemolytica* показали устойчивость к амоксициллину из группы пенициллинов. У всех штаммов *Ps. aeruginosa* и *Pr. mirabilis*, а также у 7 (38,8 %) культур *M. haemolytica* обнаружена устойчивость к цефазолину — цефалоспориновому антибиотику I поколения. Четыре (66,7 %) штамма *Ps. aeruginosa* проявляли устойчивость к цефалоспориновому антибиотику III поколения — цефтриаксону. Все 6 (100,0 %) культур *Str. uberis*, 3 (42,9 %) изолята *Str. pyogenes* и 2 (33,3 %) штамма *Tr. pyogenes* были устойчивы к антибиотику из группы аминогликозидов — гентамицину. Все изоляты клебсиелл (11 штаммов *Kl. pneumoniae* и 7 штаммов *Kl. ozaenae*), а также штаммы *M. haemolytica* показали устойчивость к антибиотику из группы макролидов — тилозину. Шесть (33,3 %) культур *St. aureus*, 4 (66,7 %) штамма *Str. uberis* и 5 (27,8 %) изолятов *M. haemolytica* проявили устойчивость к линкомицину — антибиотику из группы линкозамидов. Следует отметить, что 5 (27,8 %) культур *St. aureus* проявляли устойчивость к антибактериальному лекарственному препарату из группы фторхинолонов III поколения — энрофлоксацину. Таким образом, эмпирическое назначение антибиотиков сопряжено с большими рисками выбора антимикробного средства с низкими показателями антимикробной активности.

Поиски альтернативных антибиотикам средств для борьбы с факторными инфекциями являются наиболее востребованными направлениями исследований. Среди альтернативных групп, прежде всего, рассматриваются пробиотики, пребиотики, бактериолитические ферменты, фитобиотики, а также различные кормовые добавки [12, 18, 19]. Растения и их экстракты, известные как фитобиотики, широко используются с древних времен для лечения различных патологий у животных, а также в качестве стимуляторов здоровья. Во всем мире использование растительных лекарственных средств в животноводстве увеличивается из-за побочных эффектов современных медикаментов, высоких затрат на сырье, токсичных остатках в пищевых продуктах, роста антибиотикоустойчивости к микроорганизмам в целых отраслях животноводства [20]. Поэтому в продолжение исследований мы определяли антимикробную активность фитопрепаратов, широко

используемых в ветеринарии — экстрактов элеутерококка, эхинацеи пурпурной и зверобоя продырявленного — к микроорганизмам, изолированным от телят при острой катаральной бронхопневмонии (табл. 2–4).

Таблица 2

Антибактериальная активность экстракта элеутерококка относительно клинических изолятов-инициаторов бронхопневмонии у телят

Вид микроорганизма	Двухкратные разведения экстракта элеутерококка							
	Stock	2	4	8	16	32	64	128
<i>S. aureus</i>	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18
<i>S. intermedius</i>	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3
<i>Str. uberis</i>	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6
<i>Str. faecalis</i>	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
<i>Str. pyogenes</i>	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7
<i>Tr. pyogenes</i>	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6
<i>M. haemolytica</i>	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18
<i>P. multocida</i>	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11
<i>Kl. pneumoniae</i>	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11
<i>Kl. ozaenae</i>	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7
<i>E. coli</i>	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15
<i>Ps. aeruginosa</i>	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6
<i>Pr. mirabilis</i>	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3

Примечание. Числитель — количество штаммов, способных к росту; знаменатель — общее количество протестированных изолятов.

Установлено, что все 115 штаммов микроорганизмов, выделенные из бронхоальвеолярного содержимого, отобранного от телят с острой катаральной бронхопневмонией, показали высокую устойчивость к экстракту элеутерококка. Так, в чашках Петри с исходным stock-разведением тестируемого фитопрепарата все штаммы *S. aureus*, *S. intermedius*, *Str. uberis*, *Str. faecalis*, *Str. pyogenes*, *Tr. pyogenes*, *M. haemolytica*, *P. multocida*, *Kl. pneumoniae*, *Kl. ozaenae*, *E. coli*, *Ps. aeruginosa* и *Pr. mirabilis* показали обильный газонный рост.

Таблица 3

Антибактериальная активность экстракта эхинацеи пурпурной относительно клинических изолятов-инициаторов бронхопневмонии у телят

Вид микроорганизма	Двухкратные разведения экстракта эхинацеи пурпурной							
	Stock	2	4	8	16	32	64	128
<i>S. aureus</i>	0/18	0/18	0/18	7/18	12/18	18/18	18/18	18/18
<i>S. intermedius</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	3/3	3/3	3/3	3/3
<i>Str. uberis</i>	0/6	0/6	1/6	5/6	6/6	6/6	6/6	6/6
<i>Str. faecalis</i>	0/4	0/4	2/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
<i>Str. pyogenes</i>	0/7	0/7	2/7	4/7	7/7	7/7	7/7	7/7
<i>Tr. pyogenes</i>	0/6	1/6	5/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6
<i>M. haemolytica</i>	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18
<i>P. multocida</i>	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11

End of Table 2

Вид микроорганизма	Двухкратные разведения экстракта эхинацеи пурпурной							
	Stock	2	4	8	16	32	64	128
<i>Kl. pneumoniae</i>	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11
<i>Kl. ozaenae</i>	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7
<i>E. coli</i>	0/15	0/15	11/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15
<i>Ps. aeruginosa</i>	0/6	0/6	0/6	2/6	6/6	6/6	6/6	6/6
<i>Pr. mirabilis</i>	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3

Примечание. Числитель – количество штаммов, способных к росту; знаменатель – общее количество протестированных изолятов.

Приведенные данные (см. табл. 3) говорят о том, что экстракт эхинацеи пурпурной не обладает антибактериальной активностью по отношению к представителям грамотрицательной микрофлоры следующих видов: *M. haemolytica*, *P. multocida*, *Kl. pneumoniae*, *Kl. ozaenae* и *Pr. mirabilis*.

Следует отметить, что эхинацея пурпурная показала достаточно высокую антимикробную активность по отношению ко всем представителям грамположительных микроорганизмов — инициаторам бронхопневмонии телят. В частности, ко всем штаммам *S. aureus* и *S. intermedius* фитопрепарат проявлял 100%-ю активность в 2- и 4-кратных разведениях. Экстракт эхинацеи пурпурной в четырехкратном разведении ингибировал рост 83,3 % культур *Str. uberis*, 50,0 % штаммов *Str. faecalis*, 71,4 % изолятов *Str. pyogenes* и 16,7 % культур *Tr. pyogenes*. Достаточно высокую активность тестируемый фитопрепарат проявил к штаммам *E. coli* и *Ps. aeruginosa*: в 4-кратном разведении экстракт эхинацеи пурпурной подавлял рост 4 (26,7 %) изолятов кишечных палочек, а в 8-кратном разведении — ингибировал рост 4 (66,7 %) штаммов палочки сине-зеленого гноя.

Таблица 4

Антибактериальная активность экстракта зверобоя продырявленного относительно клинических изолятов-инициаторов бронхопневмонии у телят

Вид микроорганизма	Двухкратные разведения экстракта зверобоя продырявленного							
	Stock	2	4	8	16	32	64	128
<i>S. aureus</i>	0/18	0/18	0/18	0/18	0/18	4/18	17/18	18/18
<i>S. intermedius</i>	0/3	0/3	0/3	0/3	1/3	3/3	3/3	3/3
<i>Str. uberis</i>	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	5/6	6/6	6/6
<i>Str. faecalis</i>	0/4	0/4	0/4	0/4	1/4	4/4	4/4	4/4
<i>Str. pyogenes</i>	0/7	0/7	0/7	0/7	0/7	3/7	7/7	7/7
<i>Tr. pyogenes</i>	0/6	0/6	0/6	0/6	1/6	4/6	6/6	6/6
<i>M. haemolytica</i>	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18	18/18
<i>P. multocida</i>	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11
<i>Kl. pneumoniae</i>	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11	11/11
<i>Kl. ozaenae</i>	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7
<i>E. coli</i>	0/15	0/15	7/15	15/15	15/15	15/15	15/15	15/15
<i>Ps. aeruginosa</i>	0/6	0/6	0/6	2/6	6/6	6/6	6/6	6/6
<i>Pr. mirabilis</i>	0/3	0/3	0/3	1/3	1/3	3/3	3/3	3/3

Примечание. Числитель – количество штаммов, способных к росту; знаменатель – общее количество протестированных изолятов.

Определение антибактериальной активности экстракта зверобоя продырявленного относительно клинических штаммов-инициаторов бронхопневмонии у телят показало полную резистентность к тест-препарату представителей родов *Mannheimia sp. p.*, *Pasteurella sp. p* и *Klebsiella sp. p.* Установлено, что в исходной форме, 2-, 4- и 8-кратных разведениях экстракт зверобоя продырявленного показал 100%-ю эффективность по отношению ко всем представителям грамположительной микрофлоры. При этом, в 16-кратном разведении испытуемый фитопрепарат ингибировал рост 2 (66,7 %) штаммов *S. intermedius*, 3 (75,5 %) культур *Str. faecalis* и 5 (83,3 %) изолятов *Tr. pyogenes*. Следует отметить, что даже в 32-кратном разведении экстракт зверобоя продырявленного был активен в отношении 14 (77,8 %) штаммов золотистого стафилококка, 1 (16,7 %) культуре *Str. uberis*, 4 (57,1 %) штаммам *Str. yogenes* и 2 (33,3 %) изолятам *Tr. pyogenes*. Необходимо обратить внимание и на тот факт, что экстракт зверобоя продырявленного проявил достаточно высокую антимикробную активность по отношению к отдельным представителям грамотрицательной микрофлоры: в 4-кратном разведении ингибировал рост 8 (53,3 %) штаммов *E. coli*, а в 8-кратном разведении — 4 (66,7 %) культур *Ps. aeruginosa* и 2 (66,7 %) изолятов протей.

Таким образом, наиболее выраженными антимикробными свойствами по отношению к инициаторам острой катаральной бронхопневмонии у телят обладает экстракт зверобоя продырявленного. При этом указанный фитопрепарат показал более мощное противомикробное действие по отношению к представителям грамположительных бактерий, чем грамотрицательных. Полученные результаты исследований необходимо учитывать при выборе наиболее оптимальной стратегией борьбы с заболеваниями респираторного тракта у телят в животноводческих хозяйствах.

Заключение

Проведено определение чувствительности к антибиотикам и фитобиотикам у изолированных микроорганизмов из проб бронхоальвеолярного содержимого, отобранного при острой катаральной бронхопневмонии телят. Установлено, что все выделенные микроорганизмы проявили чувствительность лишь к трем антибактериальным препаратам: цефкиному, цефепиму и марбофлоксацину. Подавляющее большинство антибиотиков показали низкую эффективность: 8 (44,4 %) штаммов *St. aureus* и 58 (81,6 %) представителей грамотрицательных бактерий были устойчивы к бензилпенициллину; десять (55,5 %) изолятов *St. aureus* и все (71 (100,0 %)) грамотрицательные бактерии проявили устойчивость к метициллину; *Ps. aeruginosa*, *Pr. mirabilis* и *M. haemolytica* показали устойчивость к амоксициллину; *Ps. aeruginosa* и *Pr. mirabilis*, а также 7 (38,8 %) культур *M. haemolytica* обнаружена устойчивость к цефазолину; 4 (66,7 %) штамма *Ps. aeruginosa* проявляли устойчивость к цефтриаксону; *Str. uberis*, 3 (42,9 %) изолята *Str. pyogenes* и 2 (33,3 %) штамма *Tr. pyogenes* были устойчивы к гентамицину; клебсиеллы и изоляты *M. haemolytica* показали устойчивость к тилозину; 6 (33,3 %) культур *St. aureus*, 4 (66,7 %) штамма *Str. uberis* и 5 (27,8 %) изолятов *M. haemolytica* являлись устойчивыми к линко-

мицину; 5 (27,8 %) культур *St. aureus* проявляли устойчивость к энрофлоксацину. Показано, что наиболее выраженными антимикробными свойствами по отношению к инициаторам острой катаральной бронхопневмонии у телят среди испытуемых фитопрепаратов обладает экстракт зверобоя продырявленного. Так, в исходной форме, в 2-, 4- и 8-кратных разведениях экстракт зверобоя продырявленного показал 100%-ю эффективность по отношению ко всем представителям грамположительной микрофлоры. При этом, в 16-кратном разведении испытуемый фитопрепарат ингибировал рост 2 (66,7 %) штаммов *S. intermedius*, 3 (75,5 %) культур *Str. faecalis* и 5 (83,3 %) изолятов *Tr. pyogenes*. Даже в 32-кратном разведении экстракт зверобоя продырявленного был активен по отношению 14 (77,8 %) штаммам золотистого стафилококка, 1 (16,7 %) культуре *Str. uberis*, 4 (57,1 %) штаммам *Str. pyogenes* и 2 (33,3 %) изолятам *Tr. pyogenes*. Экстракт зверобоя продырявленного проявил достаточно высокую антимикробную активность и по отношению к отдельным представителям грамотрицательной микрофлоры: в 4-кратном разведении ингибировал рост 8 (53,3 %) штаммов *E. coli*, а в 8-кратном разведении — 4 (66,7 %) культур *Ps. aeruginosa* и 2 (66,7 %) изолятов протей.

Библиографический список

1. Berman J, Masseur I, Fecteau G, Buczinski S, Francoz D. Comparison between thoracic ultrasonography and thoracic radiography for the detection of thoracic lesions in dairy calves using a two-stage Bayesian method. *Prev Vet Med.* 2020;184:105153. doi: 10.1016/j.prevetmed.2020.105153
2. Kalaeva E, Kalaev V, Chernitskiy A, Alhamed M, Safonov V. Incidence risk of bronchopneumonia in newborn calves associated with intrauterine diselementosis. *Vet World.* 2020;13(5):987–995. doi: 10.14202/vetworld.2020.987-995
3. Руденко П.А., Ватников Ю.А., Руденко А.А., Руденко В.Б. Эпизоотический анализ животноводческих ферм, неблагополучных по факторным инфекциям // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 4 (104). С. 572–585. doi: 10.35679/1991-9476-2020-15-4-572-585
4. Rudenko PA, Vatinikov YA, Rudenko AA, Rudenko VB. Epizootic analysis of factor-infected cattle farms. *Scientific life.* 2020;15(4):572–585. (In Russ.). doi: 10.35679/1991-9476-2020-15-4-572-585
5. Rizk MA, Mahmoud ME, El-Sayed SAE, Salman D. Comparative therapeutic effect of steroidal and non-steroidal anti-inflammatory drugs on pro-inflammatory cytokine production in water buffalo calves (*Bubalus bubalis*) naturally infected with bronchopneumonia: a randomized clinical trial. *Trop Anim Health Prod.* 2017;49(8):1723–1731. doi: 10.1007/s11250-017-1383-8
6. Юлдашбаев Ю.А., Ватников Ю.А., Руденко П.А., Руденко А.А. Особенности функционального состояния организма овец при стрессе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 2. С. 193–202. doi: 10.22363/2312-797x-2022-17-2-193-202
7. Yuldashbaev YA, Vatinikov YA, Rudenko PA, Rudenko AA. Features of the functional state of the organism of sheep under stress. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries.* 2022;17(2):193–202. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797x-2022-17-2-193-202
8. Haydock LAJ, Fenton RK, Smerek D, Renaud DL, Caswell JL. Bronchopneumonia with interstitial pneumonia in feedlot cattle: Epidemiologic characteristics of affected animals. *Vet Pathol.* 2023;60(2):226–234. doi: 10.1177/03009858221146096
9. Nicola I, Cerutti F, Grego E, Bertone I, Gianella P, D'Angelo A, et al. Characterization of the upper and lower respiratory tract microbiota in Piedmontese calves. *Microbiome.* 2017;5(1):152. doi: 10.1186/s40168-017-0372-5
10. Nishi Y, Tsukano K, Otsuka M, Tsuchiya M, Suzuki K. Relationship between bronchoalveolar lavage fluid and plasma endotoxin activity in calves with bronchopneumonia. *J Vet Med Sci.* 2019;81(7):1043–1046. doi: 10.1292/jvms.18-0643
11. Rudenko A, Glamazdin I, Lutsay V, Sysoeva N, Tresnitskiy S, Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences.* 2022;363:03029. doi: 10.1051/e3sconf/202236303029

10. Van Driessche L, Bokma J, Deprez P, Haesebrouck F, Boyen F, Pardon B. Rapid identification of respiratory bacterial pathogens from bronchoalveolar lavage fluid in cattle by MALDI-TOF MS. *Sci Rep*. 2019;9(1):18381. doi: 10.1038/s41598-019-54599-9
11. Van Driessche L, Vanneste K, Bogaerts B, De Keersmaecker SCJ, Roosens NH, Haesebrouck F, et al. Isolation of drug-resistant *Gallibacterium anatis* from calves with unresponsive bronchopneumonia, Belgium. *Emerg Infect Dis*. 2020;26(4):721–730. doi: 10.3201/eid2604.190962
12. Ghosh C, Sarkar P, Issa R, Haldar J. Alternatives to Conventional Antibiotics in the Era of Antimicrobial Resistance. *Trends Microbiol*. 2019;27(4):323–338. doi: 10.1016/j.tim.2018.12.010
13. Goodman C, Keating G, Georgousopoulou E, Hesse C, Levett K. Probiotics for the prevention of antibiotic-associated diarrhoea: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2021;11(8):e043054. doi: 10.1136/bmjopen-2020-043054
14. Kuralkar P, Kuralkar SV. Role of herbal products in animal production — An updated review. *J Ethnopharmacol*. 2021;278:114246. doi: 10.1016/j.jep.2021.114246
15. Vatnikov Y, Yousefi M, Engashev S, Rudenko P, Lutsay V, Kulikov E, et al. Clinical and hematological parameters for selecting the optimal dose of the phytopreparation “Deprim”, containing an extract of the herb *Hypericum perforatum* L., in husbandry. *International Journal of Pharmaceutical Research*. 2020;12(Suppl 1):2731–2742. doi: 10.31838/ijpr/2020.SP1.401
16. Süntar I, Oyardı O, Akkol EK, Özçelik B. Antimicrobial effect of the extracts from *Hypericum perforatum* against oral bacteria and biofilm formation. *Pharm Biol*. 2016;54(6):1065–1070. doi: 10.3109/13880209.2015.1102948
17. Nazlı O, Baygar T, Demirci Dönmez ÇE, Dere Ö, Uysal Aİ, Aksözek A, et al. Antimicrobial and antibiofilm activity of polyurethane/*Hypericum perforatum* extract (PHPE) composite. *Bioorg Chem*. 2019;82:224–228. doi: 10.1016/j.bioorg.2018.08.017
18. Walsh TR, Efthimiou J, Dréno B. Systematic review of antibiotic resistance in acne: an increasing topical and oral threat. *The Lancet Infect Dis*. 2016;16(3):e23–e33. doi: 10.1016/S1473-3099(15)00527-7
19. Vasconcelos NG, Croda J, Simionatto S. Antibacterial mechanisms of cinnamon and its constituents: A review. *Microb Pathog*. 2018;120:198–203. doi: 10.1016/j.micpath.2018.04.036.
20. Abdul Kari Z, Wee W, Mohamad Sukri SA, Che Harun H, Hanif Reduan MF, Irwan Khoo M, et al. Role of phytobiotics in relieving the impacts of *Aeromonas hydrophila* infection on aquatic animals: A mini-review. *Front Vet Sci*. 2022;9:1023784. doi: 10.3389/fvets.2022.1023784

Об авторах:

Родионова Наталья Юрьевна — ассистент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: rodionova-nyu@rudn.ru

ORCID: 0000-0002-8728-2594 SPIN-код: 8032–5437

Руденко Павел Анатольевич — доктор ветеринарных наук, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: pavelrudenko76@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-0418-9918 SPIN-код: 4883–1758

Сотникова Елена Дмитриевна — кандидат биологических наук, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: sotnikova-ed@rudn.ru

ORCID: 0000-0003-1253-1573 SPIN-код: 5511–3661

Прозоровский Иван Ежьевич — ассистент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2; e-mail: prozorovskiy-ie@rudn.ru

ORCID: 0000-0002-1849-3849

Шопинская Марина Ивановна — кандидат ветеринарных наук, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: mishopinskaya@mail.ru

ORCID: 0000-0002-3823-3737 SPIN-код: 2550–4781

Кротова Елена Александровна — кандидат ветеринарных наук, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: krotova-ea@rudn.ru

ORCID: 0000-0003-1771-6091 spin-код: 8847–7220

Семёнова Валентина Ивановна — кандидат ветеринарных наук, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: semenova-vi@rudn.ru

ORCID: 0000-0002-1610-1637 spin-код: 2152–5318