

МОНИТОРИНГ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БРОНХОПНЕВМОНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Маргарита Владимировна Киянчук^{1✉}, Александр Александрович Сухинин²

^{1,2} Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Российская Федерация

¹ аспирант, кафедра микробиологии, вирусологии и иммунологии, асс. кафедры биохимии и физиологии, kiyanchuk.margosha@yandex.ru, orcid.org/0009-0006-2884-9630

² д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии, orcid.org/0000-0002-1245-3440

РЕФЕРАТ

Болезни респираторной системы крупного рогатого скота по-прежнему являются наиболее распространенными в животноводческих комплексах. Тестирование на чувствительность к противомикробным препаратам с помощью фенотипических методов является ключевым в программах мониторинга для раннего выявления развития резистентности, отслеживания тенденций в развитии резистентности необходимого для корректирования лечебно-профилактических мероприятий в скотоводстве. В ходе проведенных исследований нами установлена чувствительность выделенных от телят животноводческих комплексов Ленинградской области возбудителей бронхопневмонии (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Moraxella bovoculi*, *Mannheimia haemolytica*). Результаты демонстрируют недостаточную эффективность проводимых лечебных мероприятий с применением антибактериальных препаратов, что связано с резистентностью ряда возбудителей бронхопневмонии. *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* проявили фенотипическую резистентность к тестируемым противомикробным препаратам. Данные, полученные в результате мониторинга, могут быть использованы для научных исследований, направленных на совершенствование лечебно-профилактических мероприятий в скотоводстве.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность, бронхопневмония, телята, диско-диффузный метод.

Для цитирования: Киянчук М.В., Сухинин А.А. Мониторинг антибиотикорезистентности возбудителей бронхопневмонии молодняка крупного рогатого скота // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2025. №2. с 55-60. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.2.55>

MONITORING OF ANTIBIOTIC RESISTANCE

Margarita Vl. Kiyanchuk^{1✉}, Aleksandr Al. Sukhinin²

^{1,2} Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russian Federation

¹ Postgraduate student, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Assoc. Department of Biochemistry and Physiology, kiyanchuk.margosha@yandex.ru, orcid.org/0009-0006-2884-9630

² Dr. of Biological Sciences, Professor, Head of Department of Microbiology, Virology and Immunology, orcid.org/0000-0002-1245-3440

ABSTRACT

Respiratory diseases in cattle remain the most common in livestock complexes. Testing for sensitivity to antimicrobial drugs using phenotypic methods is key in monitoring programmes for the early detection of resistance development and tracking trends in resistance development necessary for adjusting treatment and prevention measures in livestock farming. In the course of our research, we established the sensitivity of bronchopneumonia pathogens (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Moraxella bovoculi*, *Mannheimia haemolytica*) isolated from calves in livestock complexes in the Leningrad Region. The results demonstrate the insufficient effectiveness of the therapeutic measures carried out with the use of antibacterial drugs, which is associated with the resistance of a number of bronchopneumonia pathogens. *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, and *Pseudomonas aeruginosa* showed phenotypic resistance to the antimicrobial drugs tested. The data obtained as a result of monitoring can be used for scientific research aimed at improving treatment and preventive measures in livestock farming.

Key words: antibiotic resistance, bronchopneumonia, calves, disco-diffuse method.

For citation: Kiyanchuk M.V., Sukhinin A.A. Monitoring antibiotic resistance of pathogens causing bronchopneumonia in young cattle. Legal regulation in veterinary medicine. 2025;2: 55-60. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.2.55>

ВВЕДЕНИЕ

В скотоводстве среди высокопродуктивных животных широко распространены болезни респираторной системы, которые чаще всего диагностируются у молодняка. Бронхопневмония

приводит к значительным экономическим убыткам: гибели животных, недополучению продукции от больных или переболевших животных, замедлению их роста и развития, затратам на лечебно-профилактические мероприятия. Подав-

ляющее большинство условно-патогенных микроорганизмов возбудителей бронхопневмонии демонстрирует значительную резистентность к антибактериальным препаратам [12,13,14]. Одной из основных причин развития антибиотикорезистентности является необоснованное использование противомикробных препаратов как в ветеринарной медицине. Поэтому необходим постоянный мониторинг чувствительности возбудителей бронхопневмонии к антибиотикам.

По данным R. Manishimwe и соавт. *E. coli*, изолированная от крупного рогатого скота проявляет фенотипическую резистентность к тетрациклину (8,2%), цефотаксиму (36%) и цефтриаксону (56,8%) [6]. E. Nji и соавт. так же указывают на резистентность *E. coli* к ципрофлоксацину (17%), окситетрациклину (78%), стрептомицину (58%) [7]. *Mannheimia haemolytica* по данным ряда авторов проявляет резистентность к тилмизину и тулатромицину (85,5%). Так же данный микроб в различной степени резистентен к ампициллину, цефтиофуру, стрептомицину и триметоприму-сульфаметоксазолу (10-75%) [3,5]. *Proteus mirabilis* характеризуется высоким уровнем устойчивости β-лактамам: цефалоспорины (37-100%), азтреонам (43-100%). *Proteus mirabilis* помимо прочего характеризуется высоким уровнем резистентности по отношению к фторхинолонам (43 до 100%) [10]. *Proteus vulgaris* резистентен к ампициллину, котримоксазолу, хлорамфениколу, тетрациклину и цефотаксиму [1]. *Pseudomonas aeruginosa* характеризуется высоким уровнем резистентности к β-лактамам: антибиотикам, тигециклину, карбапенемам, фторхинолонам [10]. *Klebsiella pneumoniae* — одна из наиболее распространённых бактерий с множественной лекарственной устойчивостью (ESKAPE), ассоциированные с образованием биоплёнок [2,8]. *Moraxella bovoculi* устойчива к пенициллину (10%), окситетрациклину (20%) [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Антибиотикорезистентность определяли диско-диффузным методом (Talavera-Gonzalez et al., 2021). Исследовали возбудителей бронхопневмонии, изолированных из носоглоточной слизи телят с признаками поражения респираторной системы: *Escherichia coli* (n=30), *Klebsiella pneumoniae* (n=5), *Proteus mirabilis* (n=15), *Proteus vulgaris* (n=10), *Pseudomonas aeruginosa* (n=5), *Moraxella bovoculi* (n=3), *Mannheimia haemolytica* (n=3) [11]. Чувствительность изолятов оценивали дискодиффузионным методом (МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам (АБП)» от 04.03.2004), Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2006) и Comite de l'Antibiogramme de la Societe Francaise de Microbiologie (CA-SFM, 2006). Диски с антибиотиками (ООО «НИЦФ») помещали стерильным пинцетом на поверхность агара Мюллера-Хинтона, засеянной суспензией культур исследуемых микроорганизмов. Измерение диаметра зон задержки роста проводили визуально посредством измерительного прибора (штангенциркуль), включая диаметр самих дисков, с точностью до одного миллиметра. Зону

задержки до 15 мм считали, как низкую, до 20 мм — среднюю, более 20 мм — высокую степень.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведённых исследований нами установлена чувствительность выделенных от телят животноводческих комплексов Ленинградской области возбудителей бронхопневмонии (таблица 1), Результаты, отмеченные на рисунке 1, демонстрируют недостаточную эффективность проводимых лечебных мероприятий с применением антибактериальных препаратов, что связано с резистентностью ряда возбудителей бронхопневмонии.

Изоляты проявили различную чувствительность *in vitro*. Значительная доля изолятов *Escherichia coli* проявила промежуточную чувствительность к амоксициллину (I=100%), ампициллину (I=100%), цефтазидину (I=93,3%), цефтиофуру (I=86,7%), гентамицину (I=100%), стрептомицину (I=76,7%), офлоксацину (I=100%), левофлоксацину (I=90%), тетрациклину (I=100%) и оказались резистентны к бензилпенициллину (R=100%), карбециллину (R=76,7%), немицину (R=100%) и доксициклину (R=100%).

Изоляты *Klebsiella pneumoniae* проявили полирезистентность по отношению к АМП (R=100%): амоксициллину, ампициллину, цефтазидину, цефтиофуру, гентамицину, стрептомицину, офлоксацину, левофлоксацину, тетрациклину бензилпенициллину, карбециллину, немицину и доксициклину.

Различную чувствительность продемонстрировали изоляты *Pseudomonas aeruginosa*. Синегнойная палочка оказалась резистентна (R=100%) к ампициллину и цефтазидину. Однако изоляты проявили и промежуточную чувствительность к АМП: бензилпенициллин (I=90%), амоксициллину (I=100%), карбециллину (I=60%), цефтиофуру (I=100%), гентамицину (I=100%), неомицину (I=80%), стрептомицину (I=100%), офлоксацину (I=100%) и левофлоксацину (I=100%).

Значительная часть изолятов *Proteus mirabilis* оказалась резистентна к бензилпенициллину (R=100%), амоксициллину (R=86,7%), цефтазидину (R=100%), левофлоксацину (R=93,3%), доксициклину (R=100%) и тетрациклину (R=100%).

У изолятов *Proteus vulgaris* отметили резистентность к бензилпенициллину (R=100%), цефтиофуру (R=80%), неомицину (R=90%), доксициклину (R=100%) и тетрациклину (R=100%).

Moraxella bovoculi и *Mannheimia haemolytica* продемонстрировали значительную (S=70,5-100%) чувствительность ко всем тестируемым АМП.

Мониторинг чувствительности к антибиотикам выделенных возбудителей способствует снижению риска распространения резистентных штаммов. Данные, полученные в результате мониторинга, могут быть использованы для научных исследований, направленных на совершенствование лечебно-профилактических мероприятий в скотоводстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведённого нами мониторинга антибиотикочувствительности возбудителей бронхопневмонии молодняка крупного рогатого скота определена чувствительность к АБП *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pro-*

Таблица 1. Результаты оценки чувствительности выделенных возбудителей бронхопневмонии телят диско-диффузионным методом к различным АМП.

Table 1. Results of assessing the sensitivity of isolated pathogens of calf bronchopneumonia using the disc diffusion method to various antimicrobial drugs.

Микроорганизм	Задержка роста, мм	Чувствительность
Пенициллины		
Бензилпенициллин		
<i>Escherichia coli</i>	0	отсутствует
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	0	отсутствует
<i>Proteus vulgaris</i>	0	отсутствует
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10,7±0,3	слабая*
<i>Moraxella bovoculi</i>	19,4±0,1	средняя**
<i>Mannheimia haemolytica</i>	21,6±0,7	высокая***
Амоксициллин		
<i>Escherichia coli</i>	13,9±0,2	средняя
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	0	отсутствует
<i>Proteus vulgaris</i>	11,3±0,5	слабая
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	12,4±0,9	слабая
<i>Moraxella bovoculi</i>	18,9±0,6	средняя
<i>Mannheimia haemolytica</i>	21,1±0,1	высокая
Ампициллин		
<i>Escherichia coli</i>	10,3±0,7	слабая
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	11,4±0,2	слабая
<i>Proteus vulgaris</i>	10,2±0,5	слабая
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	отсутствует
<i>Moraxella bovoculi</i>	20,1±0,3	высокая
<i>Mannheimia haemolytica</i>	19,4±0,8	средняя
Карбециллин		
<i>Escherichia coli</i>	0	отсутствует
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	11,5±0,1	слабая
<i>Proteus vulgaris</i>	11,2±0,5	слабая
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10,4±0,2	слабая
<i>Moraxella bovoculi</i>	21,3±0,7	высокая
<i>Mannheimia haemolytica</i>	20,8±0,1	высокая
Цефалоспорины		
Цефтазидин		
<i>Escherichia coli</i>	13,2±0,6	слабая
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	0	отсутствует
<i>Proteus vulgaris</i>	16,4±0,2	средняя
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	отсутствует
<i>Moraxella bovoculi</i>	19,7±0,3	средняя
<i>Mannheimia haemolytica</i>	18,9±0,1	средняя
Цефтиофур		
<i>Escherichia coli</i>	11,8±0,2	слабая
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	0	отсутствует
<i>Proteus vulgaris</i>	17,3±0,2	средняя
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10,9±0,7	слабая
<i>Moraxella bovoculi</i>	20,1±0,3	высокая
<i>Mannheimia haemolytica</i>	15,6±0,9	средняя
Аминогликозиды		
Гентамицин		
<i>Escherichia coli</i>	12,0±0,5	слабая
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	11,4±0,8	слабая
<i>Proteus vulgaris</i>	13,6±0,3	слабая
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14,2±0,6	слабая
<i>Moraxella bovoculi</i>	18,7±0,2	средняя
<i>Mannheimia haemolytica</i>	20,2±0,7	высокая

Таблица 1. Продолжение
Table 1. Continued

Стрептомицин		
<i>Escherichia coli</i>	15,3±0,5	средняя
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	14,6±0,4	слабая
<i>Proteus vulgaris</i>	17,1±0,3	средняя
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	12,3±0,8	слабая
<i>Moraxella bovoculi</i>	16,7±0,8	средняя
<i>Mannheimia haemolytica</i>	19,6±0,7	средняя
Макролиды		
Азитромицин		
<i>Escherichia coli</i>	0	отсутствует
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	0	отсутствует
<i>Proteus vulgaris</i>	0	отсутствует
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	19,6±0,1	средняя
<i>Moraxella bovoculi</i>	17,1±0,5	средняя
<i>Mannheimia haemolytica</i>	20,7±0,3	высокая
Фторхинолоны		
Офлоксацин		
<i>Escherichia coli</i>	15,8±0,2	средняя
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	14,1±0,9	слабая
<i>Proteus vulgaris</i>	16,3±0,4	средняя
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	17,8±0,2	средняя
<i>Moraxella bovoculi</i>	20,6±0,4	высокая
<i>Mannheimia haemolytica</i>	21,1±0,7	высокая
Левифлоксацин		
<i>Escherichia coli</i>	18,3±0,6	средняя
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0	отсутствует
<i>Proteus mirabilis</i>	16,6±0,5	средняя
<i>Proteus vulgaris</i>	17,4±0,2	средняя
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15,7±0,1	средняя
<i>Moraxella bovoculi</i>	20,4±0,5	высокая
<i>Mannheimia haemolytica</i>	20,0±0,1	высокая

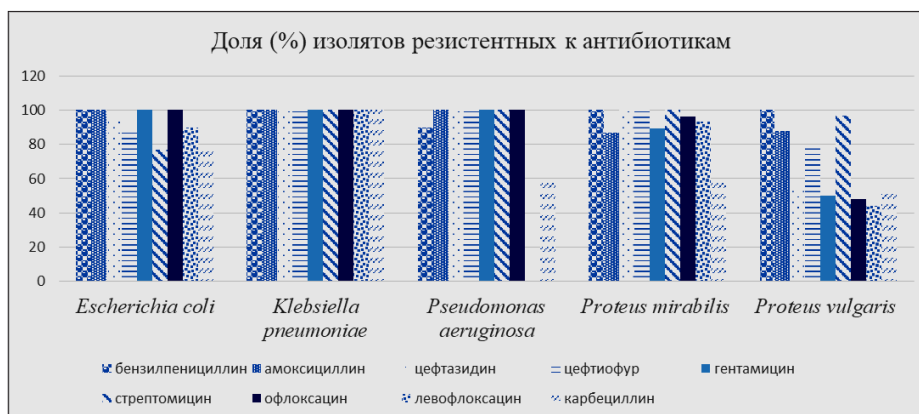


Рисунок 1. Доля изолятов резистентных к антибиотикам (%).
Figure 1. Proportion of isolates resistant to antibiotics (%).

teus vulgaris, *Pseudomonas aeruginosa*, *Moraxella bovoculi*, *Mannheimia haemolytica*. Результаты демонстрируют недостаточную эффективность проводимых лечебных мероприятий с применением антибактериальных препаратов, что связано с резистентностью ряда возбудителей бронхопневмонии к бензилпенициллину, амоксициллину, цефтазидину, цефтиофуру, гентамицину, стрепто-

мицину, офлоксацину, левофлоксацину, тетрациклину бензилпенициллину, карбециллину, немицину и доксициклину. Таким образом, полученные данные служат основой для дальнейших исследований и разработки и совершенствования лечебно-профилактических мероприятий при болезнях респираторной системы крупного рогатого скота в условиях животноводческих комплексов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ayeh-Kumi P.F., Tetteh-Quarcoo P.B., Duedu K.O., Obeng A.S., et al. A survey of pathogens associated

- with *Cyperus esculentus* L (tiger nuts) tubers sold in a Ghanaian city. / P.F. Ayeh-Kumi, P.B. Tetteh-Quarcoo, K.O. Duedu, A.S. Obeng, K. Addo-Osafo, S. Mortu, R.H. Asmah // BMC Res Notes. 2014 Jun 6;7:343. doi: 10.1186/1756-0500-7-343. PMID: 24906387; PMCID: PMC4071804
2. Lee C.R., Lee J.H., Park K.S., Jeon J.H., Kim Y.B., Cha C.J., Jeong B.C., Lee S.H. Antimicrobial Resistance of Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*: Epidemiology, Hypervirulence-Associated Determinants, and Resistance Mechanisms. / C.R. Lee, J.H. Lee, K.S. Park, J.H. Jeon, Y.B. Kim, C.J. Cha, B.C. Jeong, S.H. Lee // Front Cell Infect Microbiol. 2017 Nov 21;7:483. doi: 10.3389/fcimb.2017.00483. PMID: 29209595; PMCID: PMC5702448.
3. Lubbers B.V., Hanzlicek G.A.. Antimicrobial multidrug resistance and coresistance patterns of *Mannheimia haemolytica* isolated from bovine respiratory disease cases--a three-year (2009-2011) retrospective analysis. // J Vet Diagn Invest. 2013 May;25(3):413-7. doi: 10.1177/1040638713485227. Epub 2013 Apr 9. PMID: 23572456.
4. Maboni G., Gressler L., Pires E.J., Schwab M., et al. Differences in the antimicrobial susceptibility profiles of *Moraxella bovis*, *M. bovoculi* and *M. ovis*. / G. Maboni, L. Gressler, E.J. Pires, M. Schwab, C. Tasca, L. Potter, A. Vargas // Brazilian Journal of Microbiology. 2015. 26. 545. 10.1590/S1517-838246220140058
5. Magstadt D.R., Schuler A.M., Coetzee J.F., Krull A.C., et al. Treatment history and antimicrobial susceptibility results for *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, and *Histophilus somni* isolates from bovine respiratory disease cases submitted to the Iowa State University Veterinary Diagnostic Laboratory from 2013 to 2015. / D.R. Magstadt, A.M. Schuler, J.F. Coetzee, A.C. Krull, A.M. O'Connor, V.L. Cooper, T.J. Engelken // J Vet Diagn Invest. 2018 Jan;30(1):99-104. doi: 10.1177/1040638717737589. Epub 2017 Oct 15. PMID: 29034785; PMCID: PMC6504160.
6. Manishimwe R., Moncada P.M., Bugarel M., Scott H.M., Loneragan G.H. Antibiotic resistance among *Escherichia coli* and *Salmonella* isolated from dairy cattle feces in Texas. / R. Manishimwe, P.M. Moncada, M. Bugarel, H.M. Scott, G.H. Loneragan // PLoS One. 2021 May 7;16(5):e0242390. doi: 10.1371/journal.pone.0242390. PMID: 33961628; PMCID: PMC8104409.
7. Nji E., Kazibwe J., Hambridge T., Joko C.A., et al. High prevalence of antibiotic resistance in commensal *Escherichia coli* from healthy human sources in community settings. / E. Nji, J. Kazibwe, T. Hambridge, C.A. Joko, A.A. Larbi, L.A.O. Dampfey, N.A. Nkansa-Gyamfi, C. Stålsby Lundborg, T.Q. Lien // Sci Rep. 2021 Feb 9;11(1):3372. doi: 10.1038/s41598-021-82693-4. PMID: 33564047; PMCID: PMC7873077.
8. Rao H. et al. Approaches for Mitigating Microbial Biofilm-Related Drug Resistance: A Focus on Micro- and Nanotechnologies. // Molecules (Basel, Switzerland) vol. 26,7 1870. 26 Mar. 2021, doi:10.3390/molecules26071870
9. Talavera-Gonzalez J., Talavera-Rojas M. Bacteriófagos, los virus come-bacterias: historia de dos mentes científicas. // Revista Digital Universitaria. 2021. 22. 10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.5.9.
10. Довнар Р.И. Современные тенденции антибиотикоустойчивости патогенных микроорганизмов пациентов хирургического профиля // Журнал ГрГМУ. 2024. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-antibiotikoustoychivosti-patogennyh-mikroorganizmov-patsientov-hirurgicheskogo-profila> (дата обращения: 13.06.2025).
11. Киянчук М.В. Анализ биохимических, культуральных и морфологических свойств *Mannheimia haemolytica*, выделенной из носоглоточной слизи телят / М. В. Киянчук // Ветеринарная лабораторная практика : Сборник статей и докладов на международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 17–21 апреля 2023 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины. ВВМ. 2023. С. 29-31.
12. Макавичик С.А., Кротова А.Л. Антибиотикорезистентность микроорганизмов *Staphylococcus aureus*, изолированных от животных. // Международный вестник ветеринарии. 2021. №3. с.103-107. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.103>
13. Макавичик С.А., Борисова М.С. Антибиотикорезистентность *Klebsiella pneumoniae* и практическое значение для ветеринарной медицины. // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2023. №1. с. 26-30. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2023.1.26>
14. Родионова Н.Ю., Руденко П.А., Сотникова Е.Д., Прозоровский И.Е., и др. Чувствительность к антибиотикам и фитобиотикам инициаторов острой катаральной бронхопневмонии у телят / Н.Ю. Родионова, П.А. Руденко, Е.Д. Сотникова, И.Е. Прозоровский, М.И. Шопинская, Е.А. Кротова, В.И. Семёнова // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2024. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chuvstvitelnost-k-antibiotikam-i-fitobiotikam-initsiatorov-ostroy-kataralnoy-bronhopnevmonii-u-telyat> (дата обращения: 13.06.2025).

REFERENCES

1. Ayeh-Kumi P.F., Tetteh-Quarcoo P.B., Duedu K.O., Obeng A.S., Addo-Osafo K., Mortu S., Asmah R.H. A survey of pathogens associated with *Cyperus esculentus* L (tiger nuts) tubers sold in a Ghanaian city. BMC Res Notes. 2014 Jun 6;7:343. doi: 10.1186/1756-0500-7-343. PMID: 24906387; PMCID: PMC4071804.
2. Lee C.R., Lee J.H., Park K.S., Jeon J.H., Kim Y.B., Cha C.J., Jeong B.C., Lee S.H. Antimicrobial Resistance of Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*: Epidemiology, Hypervirulence-Associated Determinants, and Resistance Mechanisms. Front Cell Infect Microbiol. 2017 Nov 21;7:483. doi: 10.3389/fcimb.2017.00483. PMID: 29209595; PMCID: PMC5702448.
3. Lubbers B.V., Hanzlicek G.A. Antimicrobial multidrug resistance and coresistance patterns of *Mannheimia*

- haemolytica* isolated from bovine respiratory disease cases--a three-year (2009-2011) retrospective analysis. J Vet Diagn Invest. 2013 May;25(3):413-7. doi: 10.1177/1040638713485227. Epub 2013 Apr 9. PMID: 23572456.
4. Maboni G., Gressler L., Pires E.J., Schwab M., Tasca C., Potter L., Vargas A. Differences in the antimicrobial susceptibility profiles of *Moraxella bovis*, *M. bovoculi* and *M. ovis*. Brazilian Journal of Microbiology. 2015. 26. 545. 10.1590/S1517-838246220140058.
 5. Magstadt D.R., Schuler A.M., Coetzee J.F., Krull A.C., O'Connor A.M., Cooper V.L., Engelken T.J. Treatment history and antimicrobial susceptibility results for *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, and *Histophilus somni* isolates from bovine respiratory disease cases submitted to the Iowa State University Veterinary Diagnostic Laboratory from 2013 to 2015. J Vet Diagn Invest. 2018 Jan;30(1):99-104. doi: 10.1177/1040638717737589. Epub 2017 Oct 15. PMID: 29034785; PMCID: PMC6504160.
 6. Manishimwe R., Moncada P.M., Bugarel M., Scott H.M., Loneragan G.H. Antibiotic resistance among *Escherichia coli* and *Salmonella* isolated from dairy cattle feces in Texas. PLoS One. 2021 May 7;16(5):e0242390. doi: 10.1371/journal.pone.0242390. PMID: 33961628; PMCID: PMC8104409.
 7. Nji E., Kazibwe J., Hambridge T., Joko C.A., Larbi A.A., Damptey L.A.O., Nkansa-Gyamfi N.A., Stålsby Lundborg C., Lien T.Q. High prevalence of antibiotic resistance in commensal *Escherichia coli* from healthy human sources in community settings. Sci Rep. 2021 Feb 9;11(1):3372. doi: 10.1038/s41598-021-82693-4. PMID: 33564047; PMCID: PMC7873077.
 8. Rao H. et al. Approaches for Mitigating Microbial Biofilm-Related Drug Resistance: A Focus on Micro- and Nanotechnologies. Molecules (Basel, Switzerland) vol. 26,7 1870. 26 Mar. 2021, doi:10.3390/molecules26071870
 9. Talavera-Gonzalez J., Talavera-Rojas M. Bacteriófagos, los virus come-bacterias: historia de dos mentes científicas. Revista Digital Universitaria. 2021. 22. 10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.5.9.
 10. Dovnar R. I. Current trends in antibiotic resistance of pathogenic microorganisms in surgical patients. Journal of GrGMU. 2024; 2. (In Russ) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-antibiotikoustoychivostipatogennyh-mikroorganizmov-patsientov-hirurgicheskogo-profilya> (accessed: 13.06.2025).
 11. Kiyanchuk M.V. Analysis of the biochemical, cultural and morphological properties of *Mannheimia haemolytica* isolated from the nasopharyngeal mucus of calves. Veterinary Laboratory Practice: Collection of articles and reports at the international scientific and practical conference, St. Petersburg, 17–21 April 2023. St. Petersburg: St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine. VVM. 2023. Pp. 29–31. (In Russ)
 12. Makavchik S.A., Krotova A.L. Antibiotic resistance microorganisms of staphylococcus aureus isolated from animals. International Journal of Veterinary Medicine. 2021;(3):103-107. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.103>
 13. Makavchik S.A., Borisova M.S. Antibiotic resistance of *Klebsiella pneumoniae* and practical significance for veterinary medicine. Legal regulation in veterinary medicine. 2023;(1):26-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2023.1.26>
 14. Rodionova N.Yu., Rudenko P.An., Sotnikova E.D., Prozorovsky I.Y., Shopinskaya M.I., Krotova E.A., Semenova V.I. Sensitivity to antibiotics and phytobiotics of initiators of acute catarrhal bronchopneumonia in calves. Bulletin of the Russian University of People's Friendship. Series: Agronomy and Animal Husbandry. 2024; 2. (In Russ) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chuvstvitelnost-k-antibiotikam-i-fitobiotikam-initiatorov-ostroy-kataralnoy-bronhopnevmonii-u-telyat> (accessed: 13.06.2025).

Поступила в редакцию / Received: 16.06.2025

Поступила после рецензирования / Revised: 19.06.2025

Принята к публикации / Accepted: 26.06.2025