

## **ФАКТОРЫ ПАТОГЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И БИОПЛЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Плешакова В. И., Колотило А. Н., Лещева Н. А.**

ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П. А. Столыпина, Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, Россия, г. Омск, ул. Октябрьская, д. 92, e-mail: [lescheva@list.ru](mailto:lescheva@list.ru)

---

**В статье приведены данные о биологических свойствах микроорганизмов, выделенных из питьевой воды для животных и биопленки технологических элементов системы водоснабжения, а именно антикомплементарная, антилизотсимная, антиинтерфероновая, адгезивная активность.**

**В микробиоценозе питьевой воды для животных и биопленке водопроводных коммуникаций регистрируются микроорганизмы, обладающие персистентными характеристиками, причем у микроорганизмов биопленки данные свойства более выражены. Также микроорганизмы, выделенные из проб воды и биопленки, обладали выраженными вирулентными свойствами, вызывая гибель зараженных лабораторных животных. Особенно важно качество воды при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных. Наличие в воде условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, обладающих вирулентными свойствами, и выпаживание ее животным, является причиной возникновения инфекционных заболеваний, с преимущественным поражением желудочно-кишечного тракта.**

---

Ключевые слова: микроорганизмы, контаминация, мыши, патогенность, вода, биопленка.

## **PATHOGENICITY FACTORS OF MICROORGANISMS ISOLATED FROM DRINKING WATER AND BIOFILM TECHNOLOGY ELEMENTS WATER SYSTEM OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

**Pleshakova V. I., Kolotilo A. N., Leshcheva N. A.**

FSBEI HPI «Omsk State University of Agriculture named after P.A. Stolypin» Institute of veterinary medicine and biotechnology, Russia, Omsk, street October, 92 e-mail: [lescheva@list.ru](mailto:lescheva@list.ru)

---

**The article presents data on the biological properties of microorganisms isolated from drinking water for animals and biofilm technological elements of water supply system, namely anticomplementary, antilizotsimny, anti-interferon, adhesive activity**

**Also the microorganisms allocated from tests of water and a biofilm, possessed the expressed virulentny properties, causing death of the infected laboratory animals. Quality of water is especially important at cultivation of young growth of agricultural animals. Existence in water of the opportunistic and pathogenic microorganisms have virulentny properties and drinking its animal, is at the bottom of emergence of infectious diseases, with primary defeat of a gastrointestinal path.**

---

Key words: bacteria, contamination, mice, pathogenicity, water, biofilm.

### **Введение**

Стремительное развитие промышленного сельского хозяйства, связанное не только с увеличением объемов производства и расширением ассортимента, но и с внедрением современных высокоэффективных технологий, потребовало принципиально нового подхода к оценке качества воды, используемой для поения сельскохозяйственных животных [1; 2; 3].

Вода выполняет в организме множество функций и влияет на процессы пищеварения, абсорбцию лекарственных препаратов и витаминов. В результате, остро встает вопрос гигиены воды в сельскохозяйственном производстве. Контроль качества которой, несомненно, окажет влияние на улучшение производственных показателей, а также

снижение заболеваемости животных. Особенно важно качество воды при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных, так как вода, контаминированная патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, может стать причиной возникновения инфекционных болезней с преимущественным поражением желудочно-кишечного тракта. До настоящего времени существующие методы исследования воды ориентированы в большей степени на количественные показатели микрофлоры, тогда как качественные характеристики не учитываются [4; 5; 6; 7; 8; 9; 10].

Целью исследования явилось изучение микробиоценоза питьевой воды для животных, а также патогенных свойств микроорганизмов, выделенных из воды и биопленки технологических элементов систем водоснабжения.

### **Материалы и методы исследования**

Бактериологические и физико-химические исследования проб воды проводили согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 и СанПин 2.1.4.1175-02 (n=108). Бактериологическому анализу были подвергнуты пробы полимикробной пленки (биопленки) с технологических элементов водопроводного оборудования (n=68). Адгезивные свойства выделенных микроорганизмов определяли экспресс-методом, предложенным Бриллисом В. И. с соавт. (1986). Адгезивные свойства оценивали с помощью среднего показателя адгезии (СПА). Адгезивность нулевая при СПА 0 – 1,0; низкая при СПА 1,01 – 2,02; средняя при 2,01 – 4,0 и высокая свыше 4,0. Антилизозимную (АЛА) и антиинтерфероновую активности (АИА) бактерий определяли согласно МУ «Методика эколого-гигиенической оценки воды, используемой для поения сельскохозяйственных животных». Определение антикомплементарной активности проводили методом парциального гемолиза в геле (Бухарин О. В., Брудастов Ю. В. и др., 1992). Патогенные свойства выделенных культур изучали путем заражения белых мышей одного возраста массой 14–16 г (n=144) внутрибрюшинно взвесью суточной испытуемой культуры на физиологическом растворе в дозе 0,5 мл с концентрацией  $0,5 \times 10^9$ ,  $1,0 \times 10^9$  м.т. Для этого были сформированы 18 опытных групп животных и 18 контрольных по четыре особи в каждой. Мышам контрольной группы вводили 0,5 мл физиологического раствора внутрибрюшинно. Наблюдение за зараженными животными вели в течение 10 дней. Павших и вынужденно убитых мышей подвергали патологоанатомическому вскрытию с последующим бактериологическим исследованием и изучением мазков-отпечатков из паренхиматозных органов и крови. LD<sub>50</sub> определяли по методу Рида и Менча. Убой мышей производили согласно Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (1986 г.).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

В результате бактериологического исследования установлено, что в пробах питьевой воды изолировано порядка 271 культур микроорганизмов, принадлежащих к 11 родам и 12 видам.

В микробном спектре питьевой воды для животных независимо от сезонных факторов преобладали следующие микроорганизмы: *E.coli* – (53,7 % – 100 %), *Pseudomonas* spp. – (22 – 46 %), *Proteus* spp. – (20,4 – 33 %) и *Enterococcus* spp. – (24 – 35 %). При проведении сравнительного анализа бактериоценоза питьевой воды для поения животных в зависимости от времени года установили, что в весенне-летний период культуры *E.coli* были выделены во всех пробах воды, *Pseudomonas* spp. в 46,0 %, *Proteus* spp. в 33,0 %, *Enterococcus* spp. в 24,0 % проб. В осенне-зимний период данные микроорганизмы выделены соответственно в 53,7 %, 22,0 %, 20,4 %, 35,0 % случаев. В весенне-летний период в большинстве случаев выделяли грамотрицательную микрофлору – *E. aerogenes* (31,4 %), *Proteus* spp. (33,0 %), *Citrobacter* spp. (20,4 %), *S. aureus* (14,8 %), *Enterococcus* spp. (24,0 %), *Clostridium* spp. (7,4 %). Тогда как в осенне-зимний период чаще преобладали грамположительные кокковые микроорганизмы и клостридии – *St. aureus* (24,0 %), *Enterococcus* spp. (35,0 %) *Clostridium* spp. (16,7 %), *E. aerogenes* (13,0 %), *Proteus* spp. (20,4 %), *Citrobacter* spp. (9,3 %).

В результате проведенных исследований проб полимикробной пленки систем водоснабжения животноводческих помещений наиболее часто регистрировали микроорганизмы, такие как *E.coli* (35,3 %), *P. aeruginosa* (26,5 %), *Clostridium* spp. (13,3 %), *E. aerogenes* (13,2 %), *Enterococcus* spp. (8,8 %) и *Proteus* spp. (7,4 %). При этом микроорганизмы из проб биопленки находились исключительно в ассоциациях, представленных следующими видами: *P. aeruginosa*, *S. aureus* и *Enterococcus* spp.; *E.coli*, *E. aerogenes* и *Citrobacter* spp.; *E.coli* и *Clostridium* spp.; *P. aeruginosa* и *S. aureus*; *E.coli*, *P. aeruginosa* и *Proteus* spp.

Выделенные микроорганизмы обладали различными факторами патогенности, а именно адгезивной, антилизоцимной, антиинтерфероновой и антикомплементарной активностью.

Низкая адгезивная активность отмечена у культур *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Staphylococcus*, выделенных из проб подземных вод, при этом средний показатель адгезии (СПА) составил 1,86; 1,9; 1,56; 1,72, соответственно. Вышеперечисленные микроорганизмы, изолированные из воды поилок, обладали средней адгезивной активностью. Причем наиболее выраженную регистрировали у *Pseudomonas* (3,91), *Citrobacter* (2,41). Все культуры, выделенные из воды поверхностных источников, обладали средней адгезивной активностью, за исключением микроорганизмов рода *Staphylococcus* и *Enterococcus* СПА, которых составил 1,9; 2,0 соответственно. Наиболее адгезивными были культуры *E.coli* (3,88) и *P.*

*aeruginosa* (3,71). Микроорганизмы рода *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Proteus* и *E.coli* отличались средней адгезивной активностью во всех пробах. *E.coli* с высоким СПА изолировали из воды поилок (4,08) и фекалий больных телят (6,0). СПА микроорганизмов рода *Enterobacter*, *Proteus*, выделенных из воды поилок, был больше в 1,5 раза, чем у культур, выделенных из воды глубинных источников. У *Enterococcus* этот показатель отличался незначительно. Микроорганизмы, изолированные из проб полимикробной пленки, отличались высокой и средней адгезивной активностью.

Анализ показателей антикомплементарной активности (АКА) бактерий, изолированных из различных источников, свидетельствовал о незначительных различиях. Наиболее активно данный признак проявлялся у бактерий *E.coli*, *Klebsiella* и *Pseudomonas*, среднее значение которого составило  $0,6 \pm 0,17$ ;  $0,52 \pm 0,1$ ;  $0,51 \pm 0,09$ , соответственно.

Антилизоцимная активность (АЛА) отмечена у культур, выделенных из фекалий больных животных, воды поилок, полимикробной пленки и поверхностных водоисточников. Высокой степенью проявления антилизоцимных свойств характеризовались культуры *E.coli* ( $10,7 \text{ мкг/см}^3$ ) и *Proteus* ( $8,0 \text{ мкг/см}^3$ ). Наиболее низкую АЛА показали микроорганизмы рода *Pseudomonas* (от 0,14 до  $2,5 \text{ мкг/см}^3$ ). Грамположительные кокковые микроорганизмы оказались малоактивны в отношении лизоцима. Суммарное количество антилизоцимоактивных изолятов рода *Staphylococcus* составило 30,8 %, рода *Enterococcus* – 35,0 %. Антиинтерфероновая активность (АИА) у микроорганизмов разных родов, выделенных из водоисточников, проявлялась реже по сравнению с другими факторами патогенности. Наибольшее проявление АИА регистрировали у культур, выделенных из фекалий животных, поилок, полимикробной пленки и проб поверхностных вод. Наиболее часто этот признак проявлялся у представителей рода *Citrobacter* (46,6 %), *Enterobacter* (43,7 %) и *Pseudomonas* (30,7 %). При этом, рассматривая распределение АИА по видовой принадлежности, то первую позицию по данному показателю занимали культуры *E.coli*, на долю которых приходилось 54,5 % всех случаев регистрации. Реже АИА проявляли микроорганизмы рода *Enterococcus* (20,0 %) и *Staphylococcus* (23,0 %).

В результате проведенных исследований установлено, что из девяти видов исследуемых культур микроорганизмов три (33,3 %) обладали патогенностью для лабораторных животных в дозе  $0,5 \times 10^9$  м.т. и восемь (88,9 %) в дозе  $1,0 \times 10^9$  м.т., вызывая гибель 50 % мышей.

Кроме того, как показали исследования проб воды различных источников, минимальной  $LD_{50}$  обладали культуры *P. aeruginosa* и *P.mirabilis* ( $0,5 \times 10^9$  м.т.), выделенные в хозяйствах Марьяновского и Саргатского районов. Максимальная  $LD_{50}$  была установлена у культуры *K. ozaenae* ( $1,5 \times 10^9$  м.т.) в пробах воды хозяйства Омского района.

Высокой вирулентностью для лабораторных животных обладали культуры *P. aeruginosa*, *P. mirabilis*, *E. coli*, выделенные как из воды подземных источников, поилок, так и биопленки, вызывая гибель 50,0 % зараженных мышей в дозе  $0,5 \times 10^9$  м.т. и 100,0 % гибель всех особей при введении им культур в концентрации  $1,0 \times 10^9$  м.т.

При вскрытии мышей, павших в результате заражения культурой *P. aeruginosa* в дозе  $0,5 \times 10^9$  м.т., у животных регистрировали острый серозный спленит, перитонит, застойную гиперемию печени, катаральное воспаление тонкого кишечника, петехиальные кровоизлияния в толстом, инъектирование сосудов брыжейки.

Изменения во внутренних органах у животных при заражении их культурами *P. mirabilis* в дозе  $0,5 \times 10^9$  м.т., выделенными из воды поилок и биопленки, характеризовались отеком подкожной клетчатки, катаральным воспалением толстого и тонкого кишечника, абсцессами в печени.

При заражении мышей культурой *P. vulgaris* ( $1,0 \times 10^9$  м.т.) наблюдали острый серозный спленит, дистрофию печени, точечные кровоизлияния под капсулой почек.

При вскрытии мышей, зараженных *E. faecalis*, выделенных из воды глубинных и поверхностных источников, в дозе  $1,0 \times 10^9$  м.т., наблюдали наличие геморрагического экссудата в брюшной полости, мелкоточечные кровоизлияния на эпикарде и почках, отек подкожной клетчатки, катарально-геморрагическое воспаление тонкого кишечника, серозный спленит, увеличение печени в объеме.

Патологоанатомические изменения в органах и тканях при заражении лабораторных животных культурой *E. faecium*, выделенной из воды поилок, в дозе  $1,0 \times 10^9$  м.т., характеризовались геморрагическим гастроэнтеритом, лимфаденитом и мелкоочаговым некрозом печени и селезенки.

При заражении лабораторных мышей культурой *E. aerogenes*, выделенной из воды поилок, в дозе  $1,0 \times 10^9$  м.т., регистрировали дистрофию печени и анемию ее отдельных участков, острый спленит, энтерит, кровоизлияния под эпикардом.

У мышей, павших после заражения культурой *S. freundii*, выделенной из воды поилок и биопленки, в дозе  $1,0 \times 10^9$  м.т., чаще всего имело место острое расширение желудка, дистрофия и абсцессы в печени, острый серозный спленит, кровоизлияния под капсулой почек. При вскрытии мышей, зараженных культурой *K. ozaenae*, видимых патологоанатомических изменений органов и тканей не выявляли.

### **Заключение**

Приведенные в статье материалы свидетельствуют о том, что содержащиеся в питьевой воде и биопленке водопроводных коммуникаций микроорганизмы обладают выраженными патогенными свойствами и могут стать причиной развития заболеваний

желудочно-кишечного тракта, которые особенно опасны для молодняка сельскохозяйственных животных.

#### Список литературы

1. Барьерная роль водоочистных сооружений водопровода в отношении условно-патогенных микроорганизмов / П. В. Журавлев [и др.] // Гигиена и санитария. – 1997. – № 4. – С. 15-16.
2. Белова, М. А. Проблемы и опыт определения санитарно-бактериологических показателей качества сточной воды / М. А. Белова // Питьевая вода. – 2005. – № 1. – С. 16-17.
3. Белова, М.А. Современные принципы выявления и определения колиформных бактерий в воде // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 1. – С. 13-15.
4. Бондаренко, В. М. Общий анализ представлений о патогенных и условно патогенных бактериях / В. М. Бондаренко // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 1997. – № 4. – С. 20-26.
5. Брылин, А. П. Гигиена снабжения питьевой водой / А. П. Брылин, Н. А. Листкова / Ветеринария. – 2006. – № 11. – С. 11-12.
6. Верещагин, Д. Качество воды для поения КРС / Д. Верещагин // Молоко & корма. Менеджмент. – 2009. – № 3. – С. 40-42.
7. Виноградова, Л. А. Санитарно-микробиологическая оценка объектов окружающей среды в условиях техногенных воздействий / Л. А. Виноградова // Окружающая среда и здоровье. – М., 1991. – С. 59-64.
8. Влияние антропогенного загрязнения на качество родниковой воды и воды открытых водоемов города Мурманска / А. Т. Перетрухина [и др.] // Адаптации животных и растений к условиям арктических морей (на уровне организма, популяции, экосистем: доклады междунар. семинара, посвящ. памяти акад. Е. М. Крепса. – Апатиты, 1999. – С. 182-184.
9. Влияние качества питьевой воды на заболеваемость населения Ярославля / А. К. Веселова [и др.] // Гигиена и санитария. – 1999. – № 4. – С. 11-13.
10. Влодазец, В. В. Условно-патогенные грамотрицательные бактерии в водных объектах / В. В. Влодазец, Н. Н. Мойсеенко, Т. С. Свистунова // Окружающая среда и здоровье. – М., 1991. – С. 59-64.

#### Рецензенты:

Новицкий Алексей Алексеевич, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры ЭПИЗООТОЛОГИИ, паразитологии, инфекционных и инвазионных болезней ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П. А. Столыпина

Рудаков Николай Викторович, доктор медицинских наук, профессор,  
директор ФБУН «Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций  
Роспотребнадзора».