

УДК 19.615.372:616.981.51

DOI 10.30914/2411-9687-2022-8-1-63-71

ПОИСК АНТАГОНИСТОВ В ОТНОШЕНИИ САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫХ МИКРОБОВ ПОЧВЫ

С. А. Семёнова, Ю. В. Красовская, П. В. Софронов, Ф. М. Нурғалиев

*Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана,
г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Введение. Кроме сапрофитных микробов в почве часто выявляются инфекционные агенты. Они могут контаминировать с разнообразными органическими отходами. Санитарно-показательные микробы способны довольно продолжительный период сохраняться и/или размножаться. Перспективен скрининг микробных изолятов – антагонистов санитарно-показательных микробов. Их использование позволило бы ускорить инактивацию патогенных микроорганизмов в почве. **Цель исследований** – поиск антагонистов в отношении санитарно-показательных микробов. **Материал и методы исследований.** Материалом для исследования служили изоляты микроорганизмов, выделенные из образцов почв из различных районов Республики Татарстан. Антагонизм выявляли методом «штриха» и «чашечным» методом путем посева на плотные и жидкие специальные питательные среды. В качестве тестовых штаммов использовали следующие микроорганизмы: *L. monocytogenes*, *Staph. aureus*, *C. albicans*, *Salm. typhimurium*, *E. coli*. **Результаты исследования и их обсуждение.** Были выделены и получены изоляты микромицетов, актиномицетов и бактерий. Из бактерий (всего тридцать два изолята) проявили антагонизм: к *Sal. typhimurium* – шесть изолятов, к *E. coli* – четыре изолята, к *L. monocytogenes* – пять изолятов, к *C. albicans* – два изолята, к *St. aureus* – двенадцать изолятов. Актиномицеты (всего десять изолятов) антагонизм проявили: к *S. typhimurium* – два изолята, к *St. aureus* – семь изолятов, к *L. monocytogenes* – два изолята, к *C. albicans* – один изолят, к *E. coli* – восемь изолятов. Микромицеты (всего шестьдесят один изолят) проявили антагонизм в отношении *St. aureus* – пять изолятов, к *E. coli* – три изолята. Изоляты *Bacillus* обладали более выраженным антагонистическим влиянием. **Заключение.** В качестве перспективных для последующих экспериментов были отобраны изолят актиномицет *Streptomyces* AS31/2, изоляты *Bacillus spp.* под шифрами BSB3, BSB4, BSB5 и почвенный микромицет *Trichoderma* TR2.

Ключевые слова: антагонизм, санитарно-показательные микробы, микроорганизмы, актиномицеты, микроскопические грибы

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Семёнова С. А., Красовская Ю. В., Софронов П. В., Нурғалиев Ф. М. Поиск антагонистов в отношении санитарно-показательных микробов почвы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2022. Т. 8. № 1. С. 63–71. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-1-63-71>

SEARCH FOR ANTAGONISTS IN RELATION TO SANITARY-INDICATIVE MICROBES

S. A. Semenova, Yu. V. Krasovskaya, P. V. Sofronov, F. M. Nurgaliev

Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, Kazan, Russian Federation

Abstract. Introduction. In addition to saprophytic microbes, infectious agents are often detected in the soil. They can contaminate the soil with a variety of organic waste. Sanitary-indicative microbes are able to persist and/or multiply for a rather long period. Screening of microbial isolates – antagonists of sanitary-indicative microbes is promising. Their use would allow accelerating the inactivation of pathogenic microorganisms in the soil. **The purpose** of the research is to search for antagonists in relation to sanitary-indicative microbes. **Materials and methods.** Isolates of microorganisms isolated from soil samples from various regions of the Republic of Tatarstan served as the material for the study. Antagonism was detected by the “stroke” and “dish” methods by inoculation on dense and liquid special nutrient media. The following microorganisms were used as test strains: *L. monocytogenes*, *Staph. aureus*, *C. albicans*, *Salm. typhimurium*, *E. coli*. **Research results, discussion.** Isolates of micromycetes, actinomycetes and bacteria were isolated and obtained. Of the bacteria (thirty-two isolates in total), antagonism was shown: to *Sal. typhimurium* – six isolates, to *E. coli* – four isolates, to *L. monocytogenes* – five isolates, to *C. albicans* – two isolates, to *St. aureus* – twelve isolates. Actinomycetes (ten isolates in total) showed antagonism: to *S. typhimurium* – two isolates, to *St. aureus* – seven isolates, to *L. monocytogenes* – two isolates, to *C. albicans* – one isolate, to *E. coli* – eight isolates.

Micromycetes (sixty-one isolates in total) showed antagonism against *St. aureus* – five isolates, *E. coli* – three isolates. *Bacillus* isolates had a more pronounced antagonistic effect. **Conclusion.** Isolate of actinomycete *Streptomyces AS31/2*, isolates of *Bacillus spp.* under codes BSB3, BSB4, BSB5 and soil micromycete *Trichoderma TR2* were selected as promising for subsequent experiments.

Keywords: antagonism, sanitary-indicative microbes, microorganisms, actinomycetes, microscopic fungi

The authors declare no conflict of interests.

For citation: Semenova S. A., Krasovskaya Yu. V., Sofronov P. V., Nurgaliev F. M. Search for antagonists in relation to sanitary-indicative microbes. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2022, vol. 8, no. 1, pp. 63–71. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-1-63-71>

Введение

Кроме сапрофитных микробов в почве часто выявляются инфекционные агенты. Они могут контаминировать с разнообразными органическими отходами [2; 4; 6; 10; 11; 18].

Установлено, что ряд санитарно-показательных микробов способен довольно продолжительный период сохраняться и/или размножаться [3].

Санитарно-показательные микроорганизмы могут через почву попадать в корма для животных и вызывать их токсичность [17], возникновение кормовых токсикоинфекций [9; 20] или быть предрасполагающим фактором для инфекционных болезней [1; 7; 8].

У микроорганизмов при длительном хранении сохраняются эволюционно закрепленные свойства антагонизма. Перспективен скрининг микробных изолятов – антагонистов санитарно-показательных микробов. Их использование позволило бы провести ускорение инактивации в почве патогенных микроорганизмов, для снижения риска распространения инфекционных возбудителей и на их основе создать биологические средства [5; 13; 16].

Целью исследований послужило изыскание антагонистов в отношении санитарно-показательных микробов.

Материал и методы исследований

В работе использовали изоляты микроорганизмов, выделенные из образцов почв из различных районов Республики Татарстан [15].

Микробиологические посева осуществляли на питательные среды, как плотные, так и жидкие – мясо-пептонный бульон, мясо-пептонный агар, 5 %-й кровяной агар; картофельно-аммиачный агар, 12 %-й желатин; агар Кристенсена, среда Гисса, среда Чапека.

Антагонистические свойства микроорганизмов устанавливали различными способами: метод «штриха», «чашечные» способы – по [14; 12; 19].

В качестве тестовых штаммов использовали следующие штаммы микроорганизмов, хранящиеся в музее штаммов: *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *Salm. typhimurium*, *C. albicans*, *E. coli*.

Результаты исследования и их обсуждение

Были получены изоляты микромицетов, актиномицетов и бактерий. Установлены их основные культуральные и морфологические характеристики, которые позволили провести определение их принадлежности до рода и, в некоторых случаях, до вида. Каждому выделенному микробному изоляту прикрепляли соответствующий номер (шифр).

Оценили антагонистические взаимоотношения выделенных бактерий в отношении санитарно-показательных микробов. Результаты представлены в таблице 1.

Как видно из данных, представленных в таблице 1, микробные изоляты (тридцать два изолята), антагонизм в отношении санитарно-показательных бактерий установлен: к *Sal. typhimurium* – у шести изолятов, к *E. coli* – у четырех изолятов, к *L. monocytogenes* – у пяти изолятов, к *C. albicans* – у двух изолятов. К *St. aureus* было выявлено максимальное число антагонистов – двенадцать бактериальных изолятов, обладающих антагонистическим действием. Более выраженным антагонистическим влиянием по отношению к санитарно-показательным микробам обладали изоляты рода *Bacillus* (под номерами BSB3, BSB4 и BSB5).

Провели оценку антагонистических взаимодействий выделенных изолятов актиномицетов в отношении санитарно-показательных микробов. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 1 / Table 1

Антагонистическое влияние бактерий в отношении санитарно-показательных микробов /
 Antagonistic influence of bacteria in relation to sanitary-indicative microbes

Выделенные бактерии / Isolated bacteria	<i>Sal. typhimurium</i>	<i>St. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>L. monocitogenes</i>	<i>C. albicans</i>
1	2	3	4	5	6
<i>Bacillus spp.</i>					
<i>BSA1</i>	A	O	O	O	O
<i>BSA2</i>	A	O	O	O	O
<i>BSB1</i>	O	A	O	A	O
<i>BSB11</i>	O	A	A	O	O
<i>BSB12</i>	O	A	O	O	O
<i>BSB13</i>	O	O	O	O	O
<i>BSB2</i>	O	A	O	A	O
<i>BSB21</i>	O	O	O	O	O
<i>BSB22</i>	O	A	A	O	O
<i>BSB24</i>	O	O	O	O	O
<i>BSB3</i>	A	O	O	A	A
<i>BSB4</i>	A	A	A	A	O
<i>BSB5</i>	A	A	A	A	O
<i>BSB6</i>	O	O	O	O	O
<i>B. mycoides BSA1</i>	O	O	O	O	O
<i>B. mycoides BSA2</i>	O	O	O	O	O
<i>Clostridium spp.</i>					
<i>CL1</i>	O	O	O	O	O
<i>CL2</i>	O	O	O	O	O
<i>CL3</i>	O	O	O	O	O
<i>CL4</i>	O	O	O	O	O
<i>CL5</i>	O	O	O	O	O
<i>CL6</i>	O	O	O	O	O
<i>CL7</i>	O	O	O	O	O
<i>CL8</i>	O	O	O	O	O
<i>Cl. perfringes CLP1</i>	O	O	O	O	O
<i>E. coli</i>					
<i>EC2</i>	O	A	O	O	O
<i>EC3</i>	O	O	O	O	O
<i>EC4</i>	O	A	O	O	O

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
EC5	O	A	O	O	O
EC7	A	A	O	O	A
EC1	O	O	O	O	O
<i>S. typhimurium</i> ST11	O	A	O	O	O

Примечание: «O» – отсутствие антагонизма, «A» – наличие антагонизма

Таблица 2 / Table 2

Антагонистическое влияние актиномицетов в отношении санитарно-показательных микробов /
Antagonistic influence of actinomycetes in relation to sanitary-indicative microbes

Выделенные актиномицеты / Isolated actinomycetes	<i>Sal. typhimurium</i>	<i>St. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>L. monocitogenes</i>	<i>C. albicans</i>
<i>Streptomyces spp.</i>					
AS1	O	A	A	O	O
AS2	A	O	A	O	O
AS3	O	O	O	O	O
AS31	O	A	A	A	O
AS31/2	A	A	A	A	O
AS32	O	A	A	O	O
AS33	O	A	A	O	O
AS34	O	A	O	O	O
AS4	O	A	A	O	A
AS5	O	O	A	O	O

Примечание: «O» – отсутствие антагонизма, «A» – наличие антагонизма

Как видно из полученных данных, представленных в таблице 2, имеются отношения антагонистического характера между некоторыми изолятами микроорганизмов. В той или иной степени, из стрептомицетов антагонизм в отношении санитарно-показательных бактерий проявили: к *S. typhimurium* – два изолята, к *St. aureus* – семь изолятов, к *L. monocitogenes* – два изолята, к *C. albicans* – один изолят, к *E. coli* – восемь изолятов актиномицетов. Более активными антагонистами из стрептомицетов был изолят AS31/2.

Провели оценку антагонистических взаимодействий выделенных микромицетов в отношении санитарно-показательных микробов. Результаты представлены в таблице 3.

Как видно из данных, представленных в таблице 3, имеются антагонистические взаимоотношения между различными микромицетами и микробами. Микроскопические грибы (шесть-десять один изолят) антагонизм в отношении санитарно-показательных микробов установили: к *St. aureus* – пять изолятов, к *E. coli* – три изолята, к *C. albicans* – пятнадцать изолятов. Микромицеты проявили слабые антагонистические свойства в отношении санитарно-показательных микробов.

Таким образом, изоляты рода *Bacillus* обладали более выраженным антагонистическим потенциалом. Антагонизм также проявили и стрептомицеты (актиномицеты). Для последующих экспериментов

были выбраны перспективные изоляты антагонисты – изолят *Streptomyces* AS31/2, изоляты, относящиеся к микробам рода *Bacillus spp.* под шифра-

ми BSB3, BSB4, BSB5. Также был отобран изолят – почвенный микромицет *Trichoderma* TR2 и микробный изолят *E. coli* шифр BC1.

Таблица 3 / Table 3

Антагонистическое влияние микромицетов в отношении санитарно-показательных микробов /
Antagonistic influence of micromycetes in relation to sanitary-indicative microbes

Выделенные микромицеты / Isolated micromycetes	<i>Sat. typhimurium</i>	<i>St. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>L.monocitogenes</i>	<i>C. albicans</i>
1	2	3	4	5	6
<i>Aspergillus spp</i>					
<i>AS1</i>	O	O	O	O	A
<i>AS11</i>	O	O	O	O	O
<i>AS13</i>	O	O	O	O	A
<i>AS3</i>	O	O	O	O	A
<i>AS7</i>	O	O	O	O	O
<i>AS10</i>	O	O	O	O	O
<i>AS12</i>	O	O	O	O	O
<i>AS12/2</i>	O	O	O	O	O
<i>AS14</i>	O	O	O	O	O
<i>AS2</i>	O	O	O	O	A
<i>AS4</i>	O	O	O	O	A
<i>AS8</i>	O	O	O	O	A
<i>AS9</i>	O	O	O	O	O
<i>A. flavus</i>					
<i>ASF3</i>	O	O	O	O	A
<i>ASF012</i>	O	O	O	O	O
<i>ASF02</i>	O	O	O	O	O
<i>ASF01</i>	O	O	O	O	O
<i>ASF011</i>	O	O	O	O	O
<i>ASF014</i>	O	O	O	O	O
<i>ASF04</i>	O	O	O	O	O
<i>ASF07</i>	O	O	O	O	A
<i>ASF08</i>	O	O	O	O	A
<i>A. fumigatus</i>					
<i>ASFU02</i>	O	O	O	O	O
<i>ASFU021</i>	O	O	O	O	O
<i>ASFU031</i>	O	O	O	O	O

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6
ASO32	0	0	0	0	0
ASO34	0	0	0	0	0
<i>Candida spp.</i>					
CD01	0	0	0	0	0
CD02	0	0	0	0	0
CD03	0	A	0	0	0
CD04	0	0	0	0	0
<i>C. albicans</i> CAL1	0	A	0	0	0
<i>C. pseudotropicalis</i> CTR2	0	0	0	0	0
<i>Fusarium spp.</i>					
Fs1	0	0	0	0	0
Fs10	0	0	0	0	0
Fs2	0	0	0	0	0
Fs2	0	0	0	0	0
Fs3	0	0	0	0	0
Fs4	0	0	0	0	0
Fs5	0	0	0	0	0
Fs6	0	0	0	0	0
Fs7	0	0	0	0	0
Fs8	0	0	0	0	0
Fs9	0	0	0	0	0
<i>Penicillium spp</i>					
P1	0	0	0	0	0
P10	0	0	0	0	0
P11	0	0	0	0	0
P12	0	0	0	0	0
P13	0	0	0	0	A
P14	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0
P4	0	0	0	0	0
P5	0	0	0	0	0
P6	0	0	0	0	0
P7	0	0	0	0	0
P8	0	0	0	0	0
<i>Trichoderma spp.</i>					
TR1	0	A	0	0	A
TR2	0	A	A	0	A

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
TR3	О	О	О	О	А
TR4	О	А	А	О	А
TR5	О	О	А	О	А

Примечание: «О» – отсутствие антагонизма, «А» – наличие антагонизма.

1. Валиев А. Р., Семёнов Э. И., Ахметов Ф. Г. Иммуносупрессия в патогенезе Т-2 микотоксикоза и ее фармакокоррекция // Ветеринарный врач. 2011. № 2. С. 4–6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16320426> (дата обращения: 09.09.2021).
2. Ермолаева О. К., Танасева С. А., Матросова Л. Е., Потехина Р. М., Красовская Ю. В. Микофлора кормов в районах Республики Татарстан // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. 2020. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikoflora-kormov-v-rayonah-respubliki-tatarstan> (дата обращения: 14.09.2021).
3. Звенигородский В. И., Кузин А. И., Шагов Е. М., Азизбеян Р. Р., Зенова Г. М., Воейкова Т. А. Микробы-антагонисты (стрептомицеты и бациллы), выделенные из почв разных типов // Почвоведение. 2004. № 7. С. 860–866. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17666379> (дата обращения: 09.02.2022).
4. Иванов А. В., Танасева С. А., Ермолаева О. К., Семенов Э. И. Грибы продуценты афлатоксина В1 в Поволжье // Успехи медицинской микологии. 2014. Т. 13. С. 347–349. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22741888> (дата обращения: 09.09.2021).
5. Идиятов И. И. [и др.] Эндофитные бациллы – перспективные антагонисты патогенных микромицетов // Проблемы медицинской микологии. 2021. Т. 23. № 2. С. 82. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46212929> (дата обращения: 09.09.2021).
6. Коренберг Э. И., Литвин В. Ю. Природная очаговость болезней: к 70-летию теории // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2010. № 1 (50). С. 5–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prirodnaya-ochagovost-bolezney-k-70-letiyu-teorii> (дата обращения: 09.02.2022).
7. Мишина Н. Н. [и др.] Влияние комплекса цеолита и шунгита на резистентность и продуктивность цыплят-бройлеров при смешанном микотоксикозе // Ветеринарный врач. 2018. № 6. С. 3–9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36604581> (дата обращения: 09.09.2021).
8. Нургалиев Ф. М., Семенов Э. И. [и др.] Частота развития язвенных процессов в слизистой оболочке желудка свиней, обусловленных воздействием микотоксинов и колонизацией бактериями рода *Helicobacter* // Ветеринарный врач. 2020. № 2. С. 31–38. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-2-31-38>
9. Папуниди К. Х., Семёнов Э. И., Кадиков И. Р. Проблема сочетанных отравлений животных // Ветеринария и кормление. 2018. № 2. С. 71–74. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34918506> (дата обращения: 09.09.2021).
10. Потехина Р. М., Ермолаева О. К., Сагдеева З. Х., Семёнов Э. И. Микологическая оценка кормов в Республике Татарстан // Ветеринарный врач. 2019. № 1. С. 19–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikologicheskaya-otsenka-kormov-v-respublike-tatarstan> (дата обращения: 10.09.2021).
11. Семёнов Э. И., Потехина Р. М., Габдуллина С. Р., Семёнова С. А. Загрязненность продовольственного сырья грибом *Aspergillus fumigatus* // Успехи медицинской микологии. 2016. Т. 16. С. 225–227. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26399304> (дата обращения: 09.09.2021).
12. Семенова С. А., Галиуллин А. К. Изучение микробных антагонистов при моделировании условий скотомогильников // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2011. Т. 205. С. 190–193. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17028423> (дата обращения: 09.02.2022).
13. Семенова С. А., Галиуллин А. К. Микробные антагонисты для биологической санации скотомогильников // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2010. Т. 204. С. 246–251. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16387345> (дата обращения: 09.09.2021).
14. Семенова С. А., Галиуллин А. К., Маркулина Е. В. Микробный пейзаж почвы сибиреязвенных захоронений // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2010. Т. 200. С. 192–197. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15228442> (дата обращения: 09.02.2022).
15. Семёнова С. А., Красовская Ю. В., Нургалиев Ф. М. Поиск антагонистов продуцентов микотоксинов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 3. С. 259–265. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-259-265>
16. Семенова С. А., Магдеева Э. А., Галиуллин А. К. Изучение антагонизма микроскопических грибов к патогенным микробам // Успехи медицинской микологии. 2014. Т. 12. С. 339–341. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22844344> (дата обращения: 09.09.2021).
17. Семенова С. А., Потехина Р. М., Семенов Э. И., Валиев А. Р., Мишина Н. Н., Хусаинов И. Т. Оценка токсичности кормов по регионам Российской Федерации // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 224. № 4. С. 196–199. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24502249> (дата обращения: 09.09.2021).
18. Смоленцев С. Ю., Папуниди Э. К., Поликарпов И. Н. Микологический анализ кормов Куженерского района Республики Марий Эл // Ветеринарный врач. 2017. № 2. С. 38–42. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29025346> (дата обращения: 09.09.2021).

19. Murray R. G. E., Loeb L. J. Antibiotics produced by micrococci and streptococci that show selective inhibition within the genus *Streptococcus* // *Canad. J. Res.* 1950. Vol. 28. Pp. 177–185. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjr50e-025>

20. Papunidi K. Kh. [et al.] Homeostatic system of sheep against the background of combined effects of pollutants and the use of therapeutic and preventive agents // *Bali Medical Journal.* 2017. Т. 6. № 2. С. 83. DOI: <https://doi.org/10.15562/bmj.v6i2.523>

Статья поступила в редакцию 12.02.2022 г.; одобрена после рецензирования 11.03. 2022 г.; принята к публикации 18.03.2022 г.

Об авторах

Семёнова Светлана Аркадьевна

ведущий специалист, Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский Тракт, д. 35), lanochka-vet@mail.ru

Красовская Юлия Викторовна

старший преподаватель Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский Тракт, д. 35), ucheb_ot_kgavm@mail.ru

Софронов Павел Владимирович

доцент, преподаватель Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский Тракт, д. 35), spv980@mail.ru

Нургалиев Фарит Муллагалиевич

доцент, Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский Тракт, д. 35), nurgalievfm@gmail.com

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Valiev A. R., Semonov E. I., Akhmetov F. G. Immunosuppressiya v patogeneze T-2 mикотоксикоza i eyo farmakokorreksiya [Immunosuppression in the pathogenesis of T-2 mycotoxicosis and its pharmacocorrection]. *Veterinarnyi vrach = The Veterinarian*, 2011, no. 2, pp. 4–6. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16320426> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).

2. Ermolaeva O. K., Tanaseva S. A., Matrosova L. E., Potekhina R. M., Krasovskaya Yu. V. Mikoflora kormov v rayonakh Respubliki Tatarstan [Mycoflora of feed in the areas of the Republic of Tatarstan]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*, 2020, vol. 243, no. 3, pp. 84–87. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikoflora-kormov-v-rayonah-respubliki-tatarstan> (accessed 14.09.2021). (In Russ.).

3. Zvenigorodsky V. I., Kuzin A. I., Shagov E. M., Azizbekyan R. R., Voeikova T. A., Zenova G. M. Mikroby-antagonisty (streptomitsety i batsilly), vydelennye iz pochv raznykh tipov [Antagonistic microbes (streptomycetes and bacilli) isolated from different soil types]. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2004, no 7, pp. 860–866. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17666379> (accessed 09.02.2022). (In Russ.).

4. Ivanov A. V., Tanaseva S. A., Ermolaeva O. K., Semenov E. I. Griby produtsenty aflatoksina B1 v Povolzh'ye [Fungi producers of aflatoxin B1 in the Volga region]. *Uspekhi meditsinskoj mikologii = Advances in Medical Mycology*, 2014, vol. 13, pp. 347–349. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22741888> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).

5. Idiyatov I. I., Eroshin A. I., Tremasova A. M., Tremasov Y. M. Endofitnye batsilly – perspektivnye antagonisty patogennykh mikro-mitsetov [Endophytic bacilli - promising antagonists of pathogenic micromycetes]. *Problemy meditsinskoj mikologii = Problems in Medical Mycology*, 2021, vol. 23, no. 2, 82 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46212929> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).

6. Korenberg E. I., Litvin V. Yu. Prirodnaya ochagovost' boleznei: k 70-letiyu teorii [Natural focality of diseases: to the 70th anniversary of the theory]. *Epidemiologiya i vaksino-profilaktika = Epidemiology and Vaccinal Prevention*, 2010, no. 1 (50), pp. 5–9. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/prirodnaya-ochagovost-bolezney-k-70-letiyu-teorii> (accessed 09.02.22). (In Russ.).

7. Mishina N. N., Semenov E. I., Papunidi K. Kh., Potekhina R. M. [et al.] Vliyaniye kompleksa tseolita i shungita na rezistentnost' i produktivnost' tsyplyat-broilerov pri smeshannom mикотоксикоze [Influence of the complex of zeolite and shungit on the resistance and productivity of broiler chickens under a mixed mycotoxicosis]. *Veterinarnyi vrach = The Veterinarian*, 2018, no. 6, pp. 3–9. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36604581> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).

8. Nurgaliev F. M., Semenov E. I. [i dr.] Chastota razvitiya yazvennykh protsessov v slizistoi obolochke zheludka svinei, obuslovlennykh vozdeystviem mикотоксिनov i kolonizatsyei bakteriyami roda *Helicobacter* [Gastric ulcer in pigs and changes in the number of bacteria of the genus *Helicobacter* under the mycotoxins influence]. *Veterinarnyi vrach = The Veterinarian*, 2020, no. 2, pp. 31–38. DOI: <https://doi.org/10.33632/1998-698X.2020-2-31-38>

9. Papunidi K. K., Semenov E. I., Kadikov I. R. Problema sochetannykh otravlenii zhivotnykh [The problem of combined animal poisoning]. *Veterinariya i kormlenie = Veterinary Medicine and Feeding*, 2018, no 2, pp. 71–74. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34918506> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).

10. Potekhina R. M., Ermolaeva O. K., Sagdeeva Z. Kh., Semenov E. I. Mikologicheskaya otsenka kormov v Respublike Tatarstan [Mycological assessment of feed in the Republic of Tatarstan]. *Veterinarnyy vrach* = The Veterinarian, 2019, no. 1, pp. 19–23. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikologicheskaya-otsenka-kormov-v-respublike-tatarstan> (accessed 10.09.2021). (In Russ.).
11. Semenov E. I., Potekhina R. M. [et al.] Zagryaznenost' prodovol'stvennogo syr'ya gribom *Aspergillus fumigatus* [Contamination of food raw materials by the fungus *Aspergillus fumigatus*]. *Uspekhi meditsinskoj mikologii* = Advances in Medical Mycology, 2016, vol. 16, pp. 225–227. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26399304> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).
12. Semenova S. A., Galiullin A. K. Izuchenie mikrobykh antagonistov pri modelirovanii uslovii skotomogil'nikov [Study of microbial antagonists in simulation of cattle cemetery]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2011, vol. 205, pp. 190–193. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17028423> (accessed 09.02.2022). (In Russ.).
13. Semenova S. A., Galiullin A. K. Mikrobynye antagonisty dlya biologicheskoi sanatsii skotomogil'nikov [Microbial antagonists for biologic sanitation of burial places]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2010, vol. 204, pp. 246–251. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16387345> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).
14. Semenova S. A., Galiullin A. K., Markulina Ye. V. Mikrobyni peizazh pochvy sibireyazvennykh zakhorononii [Microbial soil scenery of anthrax burials]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2010, vol. 200, pp. 192–197. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15228442> (accessed 09.02.2022). (In Russ.).
15. Semenova S. A., Krasovskaya Yu. V., Nurgaliev F. M. Poisk antagonistov produtsentov mikotoksinov [Search for mycotoxin producer antagonists]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2021, vol. 7, no. 3, no. 3, pp. 259–265. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-3-259-265>
16. Semenova S. A., Magdeeva E. A., Galiullin A. K. Izuchenie antagonizma mikroskopicheskikh gribov k patogennym mikrobam [Study of the antagonism of microscopic fungi to pathogenic microbes]. *Uspekhi meditsinskoj mikologii* = Advances in Medical Mycology, 2014, vol. 12, pp. 339–341. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22844344> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).
17. Semenova S. A., Potekhina R. M., Semyonov E. I., Valiev A. R., Mishina N. N., Khusainov I. T. Otsenka toksichnosti kormov po regionam Rossiiskoi Federatsii [Toxicity evaluation of fodder from various regions of the Russian Federation]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2015, vol. 224, no. 4, pp. 196–199. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24502249> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).
18. Smolentsev S. Yu., Papunidi E. K., Polikarpov I. N. Mikologicheskii analiz kormov Kuzhenerskogo rayona respublikii Marii El [Mycological analysis of fodders from Kuzhensky region, the Republic of Mari El]. *Veterinarnyy vrach* = The Veterinarian, 2017, no. 2, pp. 38–42. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29025346> (accessed 09.09.2021). (In Russ.).
19. Murray R. G. E., Loeb L. J. Antibiotics produced by micrococci and streptococci that show selective inhibition within the genus *Streptococcus*. *Canad. J. Res*, 1950, vol. 28, pp. 177–185. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1139/cjr50e-025>
20. Papunidi K. Kh. [et al.] Homeostatic system of sheep against the background of combined effects of pollutants and the use of therapeutic and preventive agents. *Bali Medical Journal*, 2017, vol. 6, no. 2, 83 p. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.15562/bmj.v6i2.523>

The article was submitted 12.02.2022; approved after reviewing 11.03.2022; accepted for publication 18.03.2022.

About the authors

Svetlana A. Semenova

Leading Specialist, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), lanochka-vet@mail.ru

Yulia V. Krasovskaya

Senior Teacher, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ucheb_ot_kgavm@mail.ru

Pavel V. Sofronov

Associate Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0294-6396>, spv980@mail.ru

Farit M. Nurgaliev

Associate Professor, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), nurgalievfm@gmail.com

All authors have read and approved the final manuscript.