

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ И ИММУНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ / INFECTIOUS DISEASES AND ANIMAL IMMUNOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175>БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В ОТНОШЕНИИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ
РЕСПИРАТОРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ПТИЦ

Научная статья

Овчарова Е.С.^{1,*}, Маслов Д.В.²^{1,2} Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства — филиал Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ovcharova__el[at]bk.ru)

Аннотация

Изучена бактерицидная активность эфирных масел пихты, иссопа, кориандра, герани, сосны, мяты, шалфея, кедр, можжевельника, розмарина, кипариса, горной лаванды, эвкалипта, произведенных Алуштинским эфиромасличным совхоз-заводом на территории Республики Крым РФ в отношении некоторых возбудителей респираторных болезней птиц бактериальной этиологии – *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

В ходе эксперимента установили, что тест-культура *Pseudomonas aeruginosa* методом лунок была устойчива к большей части эфирных масел и проявляла чувствительность только к двум эфирным маслам – кипариса и эвкалипта. В отношении *Staphylococcus aureus* все исследуемые масла, кроме шалфея, обладали высокой бактерицидной активностью. Наибольшую зону задержки роста *E. coli* образовывали масла хвойных растений – пихты, кипариса и кедр. В отношении *Salmonella enteritidis* эфирные масла хвойных растений – пихты, кипариса, сосны и кедр также были более эффективны по сравнению с другими маслами.

Пары эфирных масел кориандра, пихты, иссопа, герани, мяты и горной лаванды полностью подавляли рост *Staphylococcus aureus*. Пары эфирных масел эвкалипта, иссопа и кориандра оказывали влияние на рост *Pseudomonas aeruginosa*, достоверно снижая его в 7,6, в 5,5 и в 7,2 раза соответственно. Рост кишечной палочки полностью подавлялся парами эфирных масел кориандра и пихты. Образец эфирного масла кедр полностью подавлял рост *Salmonella enteritidis*.

Ключевые слова: эфирное масло, бактерицидная активность, тест-культуры микроорганизмов, респираторные болезни птиц.

BACTERICIDAL PROPERTIES OF ESSENTIAL OILS AGAINST BIRD RESPIRATORY PATHOGENS

Research article

Ovcharova E.S.^{1,*}, Maslov D.V.²^{1,2} All-Russian Research Veterinary Institute of Poultry — branch of All-Russian Research and Technological Institute of Poultry, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (ovcharova__el[at]bk.ru)

Abstract

The bactericidal activity of essential oils of fir, hyssop, coriander, geranium, pine, mint, sage, cedar, juniper, rosemary, cypress, mountain lavender, eucalyptus was studied, produced by Alushta essential oilseed state farm on the territory of the Republic of Crimea of the Russian Federation against some pathogens of respiratory diseases of birds of bacterial etiology – *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

During the experiment, it was established that the test culture of *Pseudomonas aeruginosa* by the well method was resistant to most of the essential oils and showed sensitivity to only two essential oils – cypress and eucalyptus. Against *Staphylococcus aureus*, all tested oils, except sage, had high bactericidal activity. The greatest zone of *E. coli* growth inhibition was formed by oils of coniferous plants – fir, cypress and cedar. With respect to *Salmonella enteritidis*, essential oils of coniferous plants – fir, cypress, pine and cedar were also more effective than other oils.

Vapours of essential oils of coriander, fir, hyssop, geranium, peppermint and mountain lavender completely inhibited the growth of *Staphylococcus aureus*. Eucalyptus, hyssop and coriander essential oil vapours had an effect on the growth of *Pseudomonas aeruginosa*, significantly reducing it by 7.6, 5.5 and 7.2 times respectively. The growth of *E. coli* was completely inhibited by coriander and fir essential oil vapours. A sample of cedar essential oil completely suppressed the growth of *Salmonella enteritidis*.

Keywords: essential oil, bactericidal activity, test cultures of microorganisms, respiratory diseases of birds.

Введение

Респираторный синдром у птиц является одним из наиболее часто встречаемых симптомокомплексов. Одной из причин этому может быть патогенная и условно-патогенная бактериальная микрофлора. Поражения респираторных органов могут вызывать возбудители бактериальных инфекций – пастереллеза, орнитобактериоза, гемофилеза, микоплазмоза, хламидиоза, сальмонеллеза, колибактериоза, псевдомонноза, стафилококкоза, стрептококкоза и другие [1]. Болеют птицы всех видов и возрастов. Основной путь заражения – аэрогенный. Полиэтиологичность болезней респираторного тракта и многофакторность их патогенеза обязывают проводить тщательную бактериологическую

диагностику и, при разработке комплексных рекомендаций, предусматривать как специфические, так и неспецифические методы профилактики данной патологии.

Для лечения и профилактики бактериальных болезней птиц широко применяется антибиотикотерапия. Однако последнее время при бактериологическом исследовании птиц все чаще выделяются устойчивые к широкому спектру антибиотиков и химиопрепаратов штаммы микроорганизмов [2]. Распространение таких штаммов усложняет контроль бактериальных инфекций. В связи с этим актуальным и значимым в настоящее время является поиск новых средств и методов борьбы с респираторными болезнями птиц бактериальной этиологии в промышленном птицеводстве.

Перспективным средством для решения этой проблемы могут стать биологически активные вещества растительного происхождения, в частности эфирные масла [3].

Эфирные масла, как антибиотические средства, известны очень давно. Это ароматические жидкости, получаемые из растительных материалов. По химической структуре они являются производными терпенов и их кислородосодержащих соединений – терпеноидов. Взаимодействуя с белками, они дестабилизируют ферментные системы, нарушают митохондриальную активность, разрушают окислительное фосфорилирование и тормозят образование макроэргических связей. Наличие терпеноидов, входящих в их состав, обуславливает выраженный бактерицидный эффект [4], [5]. В состав эфирных масел также входят спирты, альдегиды, кетоны, простые и сложные эфиры, кислоты и другие соединения. Они обладают широким спектром антимикробного, антифунгального и противовирусного действия, являются иммуномодуляторами и стимулируют обменные процессы в организме животных [6].

Эфирные масла могут быть использованы для борьбы с антибиотико-резистентными микроорганизмами, так как не обладают мутагенными свойствами и не приводят к образованию морфологически-измененных форм бактерий, поэтому не вызывают устойчивости у микроорганизмов [7].

В последнее время появилось большое разнообразие препаратов на основе растительных компонентов. Эфирные масла входят в некоторые кормовые добавки, с их помощью проводят дезинфекцию инкубационного яйца [8], их используют для снятия теплового стресса птиц, вносят в пробиотические препараты. Установлено иммуномодулирующее действие фитопрепарата на основе эфирных масел при вакцинации [9], [10].

Целью нашей работы было исследовать бактерицидные свойства эфирных масел в отношении некоторых возбудителей респираторных болезней птиц бактериальной этиологии.

Методы и принципы исследования

В качестве материала для исследований использовали эфирные масла: пихты, иссопа, кориандра, герани, сосны, мяты, шалфея, кедр, можжевельника, розмарина, кипариса, горной лаванды, эвкалипта, произведенных из собственного сырья Алуштинским эфиромасличным совхоз-заводом на территории Республики Крым РФ.

В опытах *in vitro* методом лунок установили, обладают ли данные виды масел бактерицидной активностью в отношении возбудителей респираторных болезней птиц – *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* – музей рабочих культур отдела микробиологии ВНИВИП. Перед проведением экспериментов все описанные музейные штаммы освежали и подтверждали их культуральные, тинкториальные, морфологические и биохимические свойства. Совершали посев каждого микроорганизма на чашки Петри в МПА в объеме 1 см³ в концентрации *Salmonella enteritidis* – 2,7x10⁹ КОЕ/см³; *Staphylococcus aureus* – 7,5x10⁹ КОЕ/см³, *Escherichia coli* – 6,9x10⁹ КОЕ/см³, *Pseudomonas aeruginosa* – 3,6x10⁹ КОЕ/см³. После застывания агар в нем вырезали лунки диаметром 5 мм. Для предупреждения подтекания масел под агар, на дно лунки вносили по 1 капле расплавленного мясо-пептонного агара. Эфирные масла в чистом виде вносили в лунки – один вид масла на чашку с одним видом микроорганизма в три лунки – 1, 2, 3. Контролем на каждой чашке служила лунка, заполненная стерильным физиологическим раствором. Посевы термостатировали 24 часа при температуре 37,0°C. Зону задержки роста измеряли линейкой.

С целью определения бактерицидной активности паров эфирных масел использовали метод, предложенный Maruzzella и др. в 1959 году [11]. На поверхность МПА вносили смыв суточной культуры тест-микроорганизмов по 0,2 см³ в концентрации *Salmonella enteritidis* – 2,7x10⁹ КОЕ/см³; *Staphylococcus aureus* – 7,5x10⁹ КОЕ/см³, *Escherichia coli* – 6,9x10⁹ КОЕ/см³, *Pseudomonas aeruginosa* – 3,6x10⁹ КОЕ/см³, *Pasteurella multocida* – 1,2x10⁵. Посевы подсушивали. На крышку чашки Петри наносили 0,2 мл эфирного масла и распределяли его шпателем по всей поверхности крышки. Чашки дном вверх помещали в термостат при температуре 37,0°C. Подсчет выросших колоний проводили через 24, 48, 72 часа. Все опытные серии сопровождалась посевами указанных микроорганизмов без добавления эфирных масел, что служило контролем в проведенном исследовании.

Числовые данные обрабатывали статистически. При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывали t-критерий Стьюдента. Полученные значения t-критерия Стьюдента оценивали путем сравнения с критическими значениями. Различия показателей считали статистически значимыми при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Основные результаты

При изучении антимикробной активности масел нами был использован метод, основанный на диффузии эфирного масла в толщу агаровой среды, содержащей тест-культуру и подавление роста последней. Полученные нами результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Диаметр зоны задержки роста тест-микроорганизмов вокруг лунок с эфирными маслами (n=3)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.1>

		Исследуемые тест-культуры, мм
--	--	-------------------------------

1	Кориандр	0	12±0,5	0	11,0±0,3
2	Пихта	0	16±0,7	20	28±0,5
3	Иссопа	0	9	0	0
4	Герань	0	9±0,3	9	0
5	Кипарис	7±0,3	19±0,5	23±1,6	21,0±1,3
6	Можжевельник	0	18±0,5	14	14±0,7
7	Сосна	0	10±0,3	12±0,5	18±0,5
8	Мята	0	9±0,5	0	8±0,3
9	Розмарин	0	11±0,3	0	8
10	Горная Лаванда	0	9	0	0
11	Шалфей	0	0	0	0
12	Кедр	0	11±0,3	19±1,0	30±0,5
13	Эвкалипт	10±0,3	12±0,6	12	13

В ходе эксперимента установили, что тест-культура *Pseudomonas aeruginosa* методом лунок была устойчива к большей части эфирных масел и проявляла чувствительность только к двум эфирным маслам – кипариса и эвкалипта (рис. 3). Все исследуемые масла, кроме шалфея, обладали высокой бактерицидной активностью в отношении *Staphylococcus aureus*. Масла кипариса, можжевельника и пихты образовывали зону задержки роста тест-микроорганизма вокруг лунок до 19, 18 и 16 мм соответственно (рис. 2). *E. coli* в данном опыте была устойчива к половине исследуемых масел (рис. 5). Наибольшую зону задержки роста *E. coli* образовывали масла хвойных растений – пихты, кипариса и кедр. Ее диаметр составлял 20 мм, 23 мм и 19 мм соответственно. В отношении *Salmonella enteritidis* эфирные масла хвойных растений – пихты, кипариса, сосны и кедр также были более эффективны по сравнению с другими маслами (рис. 4). Диаметр зоны задержки роста *Salmonella enteritidis* вокруг лунки с маслом кедр составлял 30 мм. Результаты исследований по определению зоны задержки роста тест-микроорганизмов вокруг лунок с эфирными маслами представлены в виде графика (рис. 1).

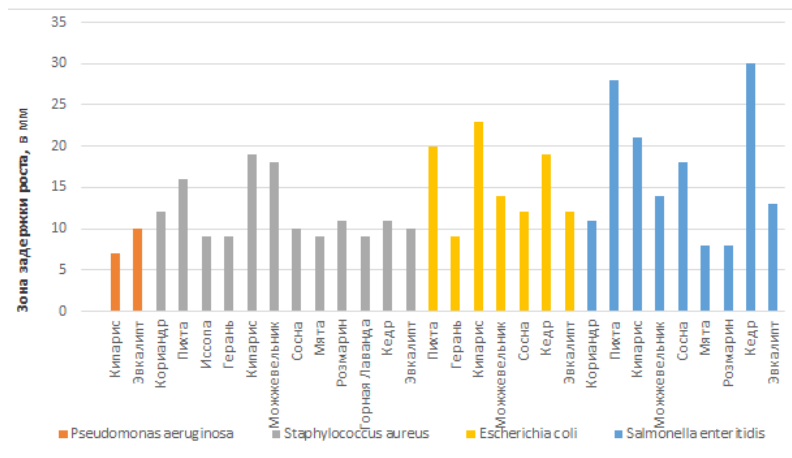


Рисунок 1 - Диаметр зоны задержки роста тест-микроорганизмов вокруг лунок с эфирными маслами (n=3)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.2>

На рисунке 1 показано, что на рост *Staphylococcus aureus* оказывали влияние практически все исследуемые масла. Также стоит отметить, что *Pseudomonas aeruginosa* была устойчива к действию большинства эфирных масел. Ее рост задерживался только маслом кипариса и эвкалипта.

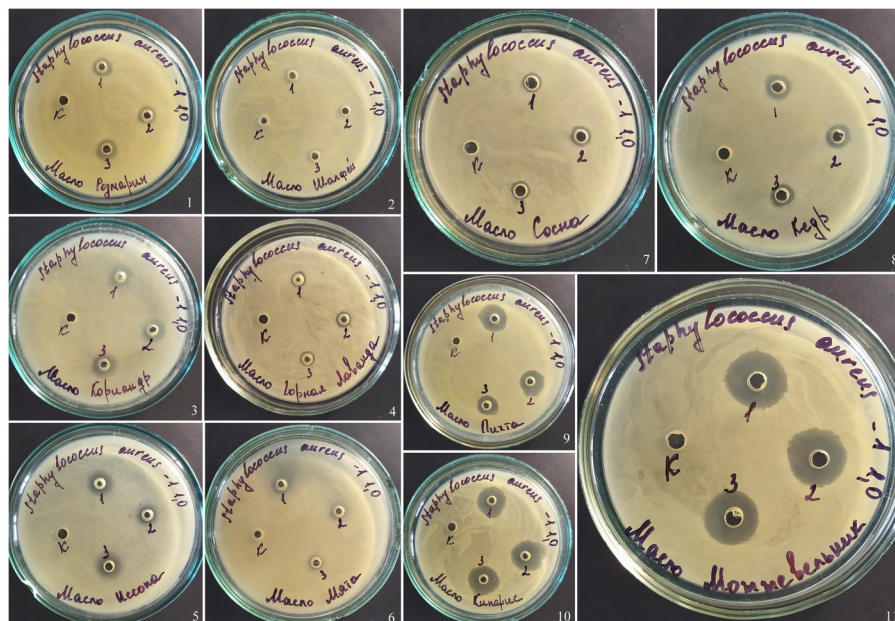


Рисунок 2 - Зона задержки роста *Staphylococcus aureus* вокруг лунок с эфирными маслами
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.3>

Примечание: 1 – масло розмарина, 2 – шалфея, 3 – кориандра, 4 – горной лаванды, 5 – иссопа, 6 – мяты, 7 – сосны, 8 – кедра, 9 – пихты, 10 – кипариса, 11 – можжевельника

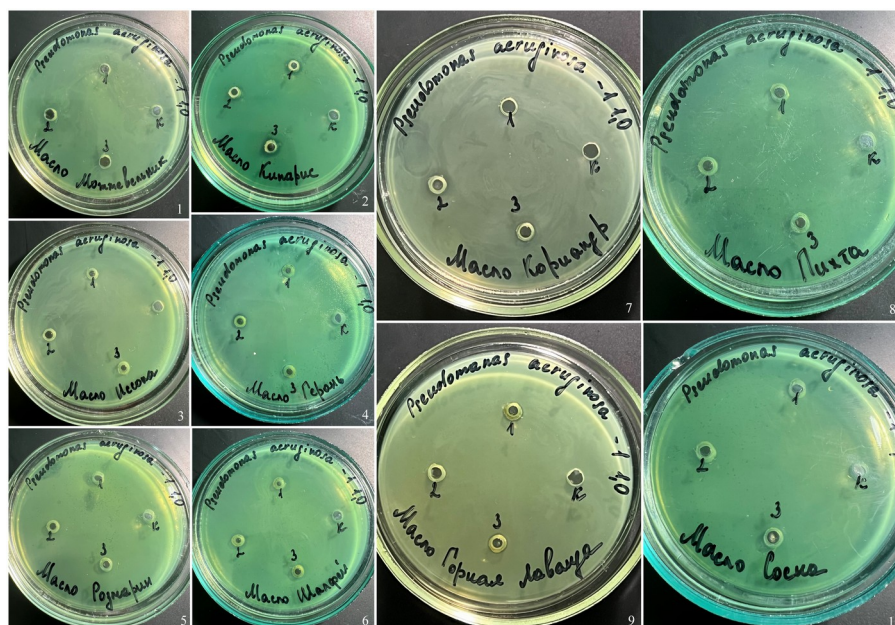


Рисунок 3 - Зона задержки роста *Pseudomonas aeruginosa* вокруг лунок с эфирными маслами
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.4>

Примечание: 1 – масло можжевельника, 2 – кипариса, 3 – иссопа, 4 – герани, 5 – розмарина, 6 – шалфея, 7 – кориандра, 8 – пихты, 9 – горной лаванды, 10 – сосны

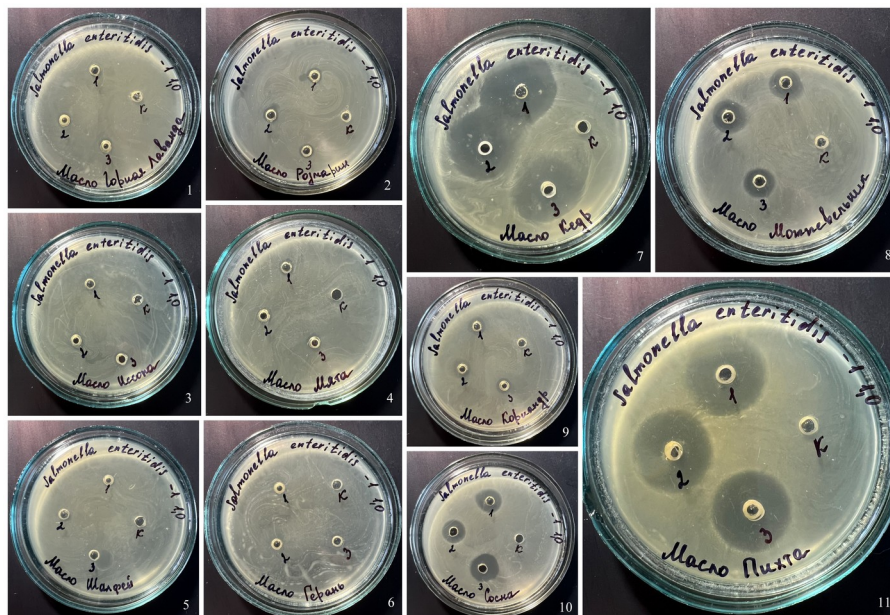


Рисунок 4 - Зона задержки роста *Salmonella enteritidis* вокруг лунок с эфирными маслами
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.5>

Примечание: 1 – масло горной лаванды, 2 – розмарина, 3 – иссопа, 4 – мяты, 5 – шалфея, 6 – герани, 7 – кедра, 8 – можжевельника, 9 – кориандра, 10 – сосны, 11 – пихты

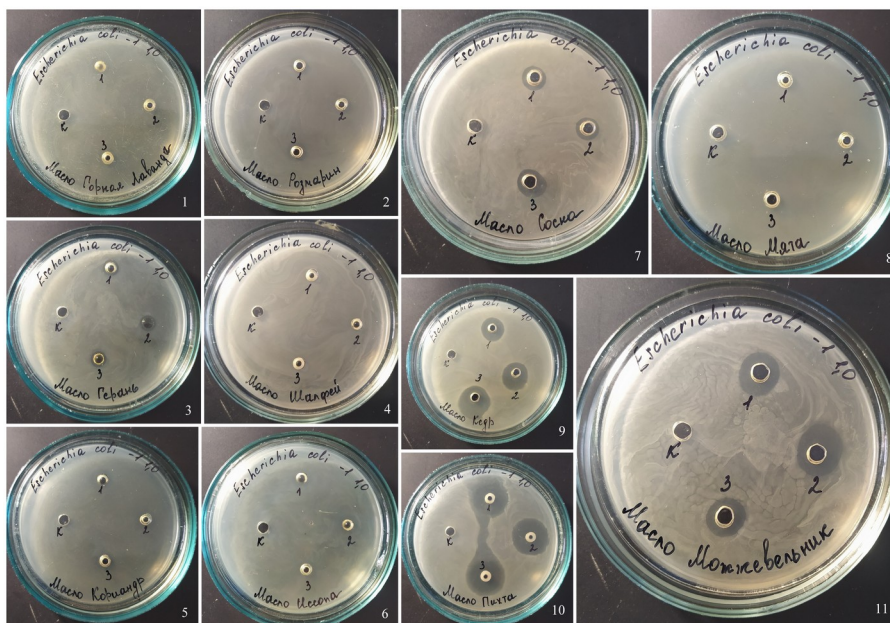


Рисунок 5 - Зона задержки роста *Escherichia coli* вокруг лунок с эфирными маслами
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.6>

Примечание: 1 – масло горной лаванды, 2 – розмарина, 3 – герани, 4 – шалфея, 5 – кориандра, 6 – иссопа, 7 – сосны, 8 – мяты, 9 – кедра, 10 – пихты, 11 – можжевельника

Результаты исследований бактерицидной активности паров эфирных масел в отношении исследуемых микроорганизмов представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Действие паров эфирных масел на рост тест-микроорганизмов (n=3)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.7>

Вид масла	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>
	контроль			
	3,6±0,51x10 ⁹	7,5±0,63x10 ⁹	6,9±1,09x10 ⁹	2,7±0,32x10 ⁹
Кориандр	5,0±0,4 x10 ^{8*}	нет роста	нет роста	7,1±0,75x10 ^{3*}
Пихта	2,0±0,41x10 ⁹	нет роста	нет роста	3,3±0,62x10 ^{8*}
Иссопа	6,5±0,86x10 ^{8*}	нет роста	3,5±0,95x10 ^{7*}	2,8±0,92x10 ^{5*}
Герань	2,1±0,32x10 ⁹	нет роста	4,0±0,81x10 ⁹	2,6±0,77x10 ⁹
Кипарис	2,1±0,29x10 ⁹	2,6±0,73x10 ^{8*}	7,7±0,74x10 ^{6*}	2,9±0,82x10 ^{7*}
Можжевельник	2,2±0,48x10 ⁹	3,4±0,83x10 ^{6*}	4,1±0,34x10 ⁹	1,3±0,23x10 ^{9***}
Сосна	2,4±0,07x10 ⁹	1,9±0,49x10 ^{9**}	6,1±0,88x10 ⁹	2,0±0,43x10 ⁹
Мята	2,0±0,38x10 ⁹	нет роста	5,0±0,59x10 ^{8*}	1,1±0,03x10 ^{9**}
Розмарин	1,7±0,14x10 ^{9***}	2,8±0,92x10 ^{6*}	1,1±0,03x10 ^{9*}	1,6±0,4x10 ^{9***}
Горная лаванда	2,2±0,36x10 ⁹	нет роста	5,2±0,57x10 ⁹	3,9±0,35x10 ^{8*}
Шалфей	3,2±0,31x10 ⁹	1,9±0,38x10 ^{2*}	6,9±0,94x10 ⁹	1,0±0,03x10 ^{9***}
Кедр	1,0±0,3x10 ^{9***}	5,2±1,1x10 ^{6*}	7,1±0,68x10 ^{6*}	нет роста
Эвкалипт	4,7±0,5x10 ^{8*}	2,0±0,33x10 ^{3*}	4,2±0,24x10 ^{3*}	4,6±0,55x10 ^{6*}

Примечание: * $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,05$

Установлено, что пары эфирных масел кориандра, пихты, иссопа, герани, мяты и горной лаванды полностью подавляли рост *Staphylococcus aureus* (рис. 6). А пары масел эвкалипта и шалфея снижали его рост в $3,7 \times 10^6$ и в $3,9 \times 10^7$ раза соответственно. Пары эфирных масел эвкалипта, иссопа и кориандра оказывали влияние на рост *Pseudomonas aeruginosa*, достоверно снижая рост в 7,6, в 5,5 и в 7,2 раза соответственно (рис. 7). Дезинфицирующим свойством в отношении *Pseudomonas aeruginosa* не обладало ни одно из исследуемых масел. Рост кишечной палочки полностью подавлялся парами эфирных масел кориандра и пихты (рис. 10). Пары эвкалипта снижали рост *E. coli* в $1,6 \times 10^6$, а кедр – в 971 раз (рис. 9). Образец эфирного масла кедр полностью подавлял рост *Salmonella enteritidis* (рис. 8), а пары масел кориандра, иссопа и эвкалипта обладали меньшей бактерицидной активностью и снижали рост сальмонелл в $3,8 \times 10^5$, в $9,6 \times 10^3$ и в 586 раз соответственно.

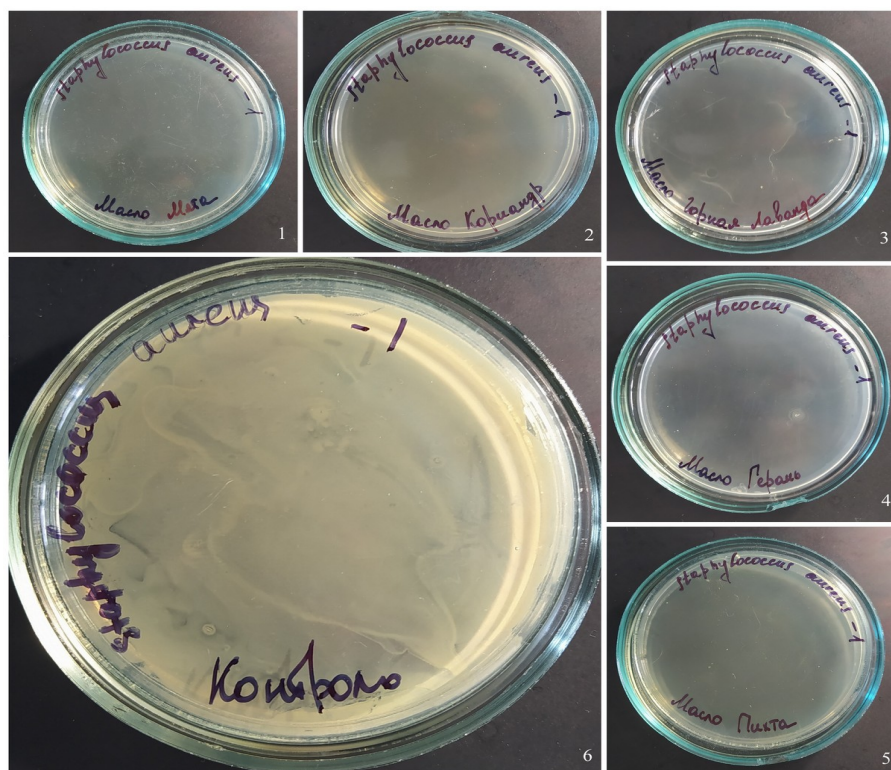


Рисунок 6 - Действие паров эфирных масел на рост *Staphylococcus aureus* (разведение 10^{-1})
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.8>

Примечание: 1 – пары масла мяты, 2 – кориандра, 3 – горной лаванды, 4 – герани, 5 – пихты, 6 - контроль

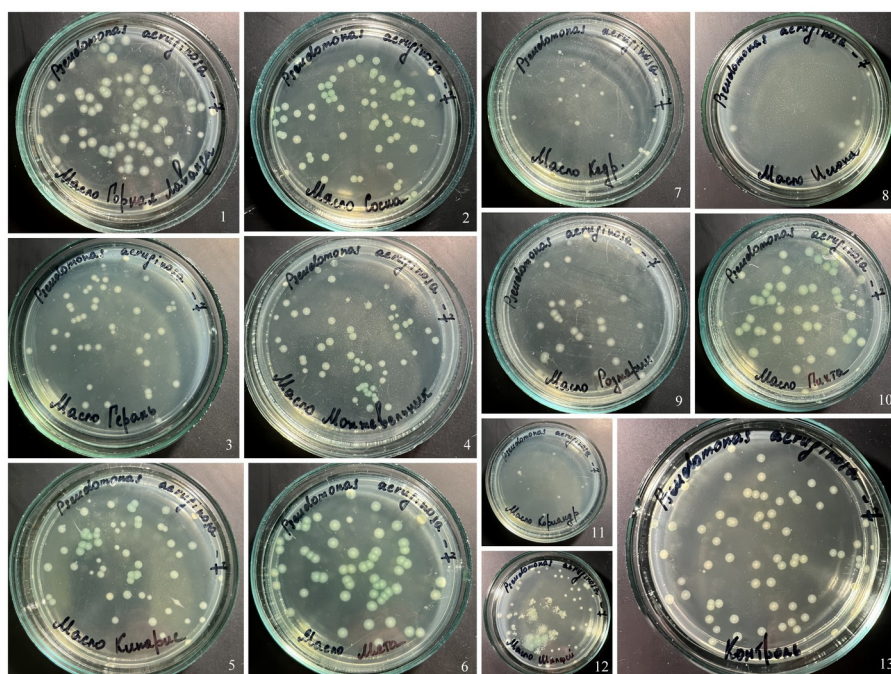


Рисунок 7 - Действие паров эфирных масел на рост *Pseudomonas aeruginosa* (разведение 10^{-7})

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.9>

Примечание: 1 – пары масла горной лаванды, 2 – сосны, 3 – герани, 4 – можжевельника, 5 – кипариса, 6 – мяты, 7 – кедр, 8 – иссопа, 9 – розмарина, 10 – пихты, 11 – кориандра, 12 – шалфея, 13 – контроль

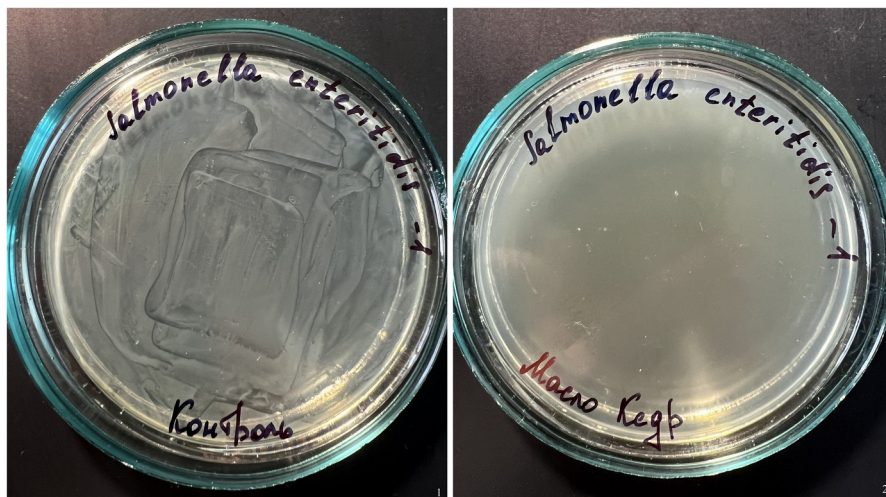


Рисунок 8 - Действие паров эфирного масла кедра на рост *Salmonella enteritidis* (разведение 10^{-1})
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.10>

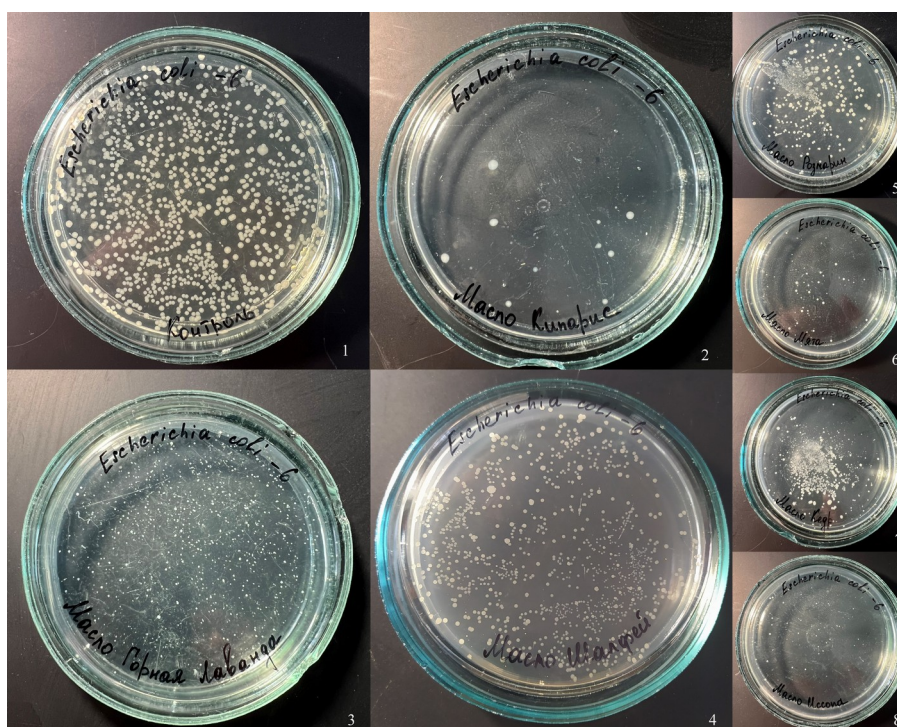


Рисунок 9 - Действие паров эфирных масел на рост *Escherichia coli* (разведение 10^{-6})
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.11>

Примечание: 1 – контроль, 2 – пары масла кипариса, 3 – горной лаванды, 4 – шалфея, 5 – розмарина, 6 – мяты, 7 – кедра, 8 – иссопа

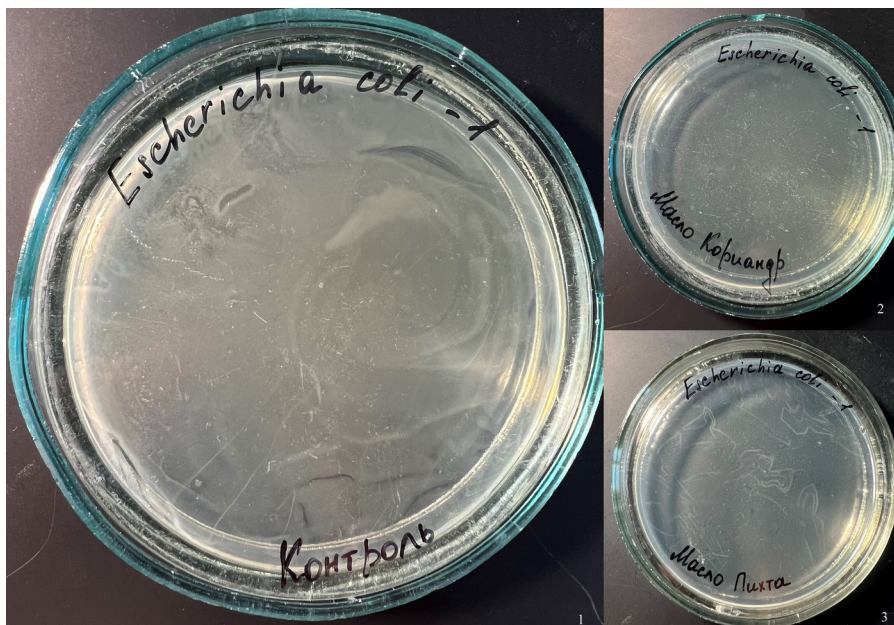


Рисунок 10 - Действие паров эфирных масел на рост *Escherichia coli* (разведение 10^{-1})
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.138.175.12>

Примечание: 1 – контроль, 2 – пары масла кориандра, 3 – пихты

Обсуждение

Проведенными исследованиями установлено, что *S. aureus* был более чувствителен к эфирным маслам, чем другие тест-культуры микроорганизмов. Это подтверждает сведения, что грамположительные бактерии более чувствительны к эфирным маслам, чем грамотрицательные [12]. Низкую антибактериальную активность эфирных масел против грамотрицательных бактерий объясняют структурой внешней мембраны этих микроорганизмов, на которой гидрофильные цепи молекул полисахаридов образуют барьер для гидрофобных эфирных масел [13], [14]. Однако наши исследования методом воздействия паров эфирных масел на тест-культуру показали, что масло кориандра и пихты в объеме 200 мкл полностью подавляло рост *E. coli*, а масло кедр – рост *Salmonella enteritidis*.

Проведенными исследованиями определено, что масла горной лаванды, герани и мяты образовывали одну из самых низких зон задержки роста *S. aureus* вокруг лунок с маслами – 9 мм, однако пары этих масел проявляли высокое бактерицидное действие и полностью подавляли рост золотистого стафилококка. И, напротив, масло кориандра не образовывало зоны задержки роста *E. coli* вокруг лунок, а пары этого масла полностью подавляли рост кишечной палочки. Также было отмечено, что вокруг лунок с маслом кипариса образовывалась значительная зона задержки роста *E. coli* в 23 мм, а действие паров на рост этой тест-культуры было сдерживающим и составило $7,7 \pm 0,74 \times 10^6$. Скорее всего это связано с различной способностью диффузии масел в агаре. Бактерицидное действие двумя методами подтверждалось у масла кедр в отношении *S. enteritidis*, а также у масла пихты в отношении *E. coli*. Масло кориандра и пихты показали наибольшую бактерицидную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных тестируемых микроорганизмов.

Заключение

В ходе исследований установлено, что все исследуемые эфирные масла проявляли бактерицидную активность в отношении изучаемых микроорганизмов. Эфирные масла кориандра, пихты, иссопа, герани, мяты и горной лаванды в исследуемой концентрации полностью подавляли рост *Staphylococcus aureus*, а масла кориандра и пихты – рост *Escherichia coli*. Дезинфицирующим свойством в отношении *Salmonella enteritidis* обладали пары масла кедр. Рост *Pseudomonas aeruginosa* снижался под воздействием масел кориандра, иссопа, розмарина, кедр и эвкалипта.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Рождественская Т.Н. Зоопатогенные и эпидемиологически опасные микроорганизмы, выделяемые от птицы в хозяйствах промышленного типа / Т.Н. Рождественская, А.Н. Борисенкова, О.Б. Новикова [и др.] // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. — 2005. — № 4. — С. 37-38.
2. Пушкина В.С. Энтеробактерии, продуцирующие бета-лактамазы, и их распространение среди птиц и продуктов птицеводства / В.С. Пушкина, С.А. Макавчик // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2021. — № 4. — С. 55-58. — DOI: 10.52419/issn2072-6023.2021.4.55.
3. Ткаченко К.Г. Санационные свойства эфирных масел некоторых видов растений / К.Г. Ткаченко, Н.В. Казаринова, Л.М. Музыченко [и др.] // Растительные ресурсы. — 1999. — Т. 35. — № 3. — С. 11-24.
4. Куцабенко И.Г. Изучение антимикробной активности эфирных масел в отношении некоторых грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов / И.Г. Куцабенко // Проблемы и перспективы развития современной медицины. — Гомель: Гомельский государственный медицинский университет, 2016. — С. 419-421.
5. Бородин А.В. Сравнительный анализ антимикробной активности эфирных масел / А.В. Бородин // Архив клинической и экспериментальной медицины. — 2004. — Т. 13. — № 1-2. — С. 65-67.
6. Райкова С.В. Антимикробная активность эфирного масла мяты перечной (*Mentha Piperita* L.) / С.В. Райкова, А.Г. Голиков, Г.М. Шуб [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2011. — Т. 7. — № 4. — С. 787-790.
7. Ёылдырым Е.А. Чем заменить антибиотики в птицеводстве? / Е.А. Ёылдырым, Л.А. Ильина, Д.Г. Тюрина [и др.] // Птицеводство. — 2020. — № 9. — С. 41-46. — DOI: 10.33845/0033-3239-2020-69-9-41-46.
8. Лыско С.Б. Способ обработки инкубационных яиц с применением фитобиотика / С.Б. Лыско, М.В. Задорожная // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, стран СНГ и BRICS. — Краснообск: Агронаука, 2023. — С. 292-293.
9. Задорожная М.В. Влияние различных доз фитопрепарата на основе эфирных масел на иммунитет цыплят-бройлеров при вакцинации / М.В. Задорожная, С.Б. Лыско, О.А. Сунцова [и др.] // Птицеводство. — 2023. — № 4. — С. 68-72.
10. Лыско С.Б. Иммуномодулирующая эффективность фитопрепарата на основе хвои при вакцинации цыплят-бройлеров против ньюкаслской болезни / С.Б. Лыско, М.В. Задорожная, О.А. Сунцова [и др.] // Птицеводство. — 2023. — № 5. — С. 70-74. — DOI: 10.33845/0033-3239-2023-72-5-70-74.
11. Maruzzella J.C. The Action of Perfume-oil Vapors on Fungi / J.C. Maruzzella, J. Balter, A. Katz // American Perfumer and Aromatics. — 1959. — № 74. — P. 21-22.
12. Smith-Palmer A. Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils Essences against Five Important Food-borne Pathogens / A. Smith-Palmer, J. Stewart, L. Fyfe // Letters in Applied Microbiology. — 1998. — № 26. — P. 118-122.
13. Mann C.M. The Outer Membrane of *Pseudomonas Aeruginosa* NCTC6749 Contributes to Its Tolerance to the Essential Oil of *Melaleuca Alternifolia* (the Tree Oil) / C.M. Mann, S.D. Cox, J.L. Markham // Letters in Applied Microbiology. — 2000. — № 30. — P. 294-297.
14. Tassou C.C. Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Mastic Gum (*Pistacia lentiscus* var. *chia*) on Gram-positive and Gram-negative Bacteria in Broth and Model Food Systems / C.C. Tassou, G.J.E. Nychas // International Biodeterioration & Biodegradation. — 1995. — № 36. — P. 411-420.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rozhdestvenskaja T.N. Zoopatogennye i jepidemiologicheski opasnye mikroorganizmy, vydelaemye ot pticy v hozjajstvah promyshlennogo tipa [Zoopathogenic and Epidemiologically Dangerous Microorganisms, Isolated from Poultry in Farms of Industrial Type] / T.N. Rozhdestvenskaja, A.N. Borisenkova, O.B. Novikova [et al.] // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skohozjajstvennye zhivotnye [Russian Veterinary Journal. Farm Animals]. — 2005. — № 4. — P. 37-38. [in Russian]
2. Pushkina V.S. Jenterobakterii, producirujushhie beta-laktamazy, i ih rasprostranenie sredi ptic i produktov pticevodstva [Enterobacteriaceae Producing Beta-lactamases and Their Distribution among Poultry and Poultry Products] / V.S. Pushkina, S.A. Makavchik // Voprosy normativno-pravovogo regulirovanija v veterinarii [Issues of Regulatory and Legal Regulation in Veterinary Medicine]. — 2021. — № 4. — P. 55-58. — DOI: 10.52419/issn2072-6023.2021.4.55. [in Russian]
3. Tkachenko K.G. Sanacionnye svojstva jefirnyh masel nekotoryh vidov rastenij [Sanitation Properties of Essential Oils of Some Plant Species] / K.G. Tkachenko, N.V. Kazarinova, L.M. Muzychenko [et al.] // Rastitel'nye resursy [Plant Resources]. — 1999. — Vol. 35. — № 3. — P. 11-24. [in Russian]
4. Kucabenko I.G. Izuchenie antimikrobnost' jefirnyh masel v otnoshenii nekotoryh grampolozhitel'nyh i gramotricatel'nyh mikroorganizmov [Study of Antimicrobial Activity of Essential Oils against Some Gram-positive and Gram-negative Microorganisms] / I.G. Kucabenko // Problemy i perspektivy razvitiya sovremennoj mediciny [Problems and Prospects of Development of Modern Medicine]. — Gomel: Gomel State Medical University, 2016. — P. 419-421. [in Russian]
5. Borodina A.V. Sravnitel'nyj analiz antimikrobnost' jefirnyh masel [A Comparative Analysis of Antimicrobial Activity of Essential Oils] / A.V. Borodina // Arhiv klinicheskoy i jeksperimental'noj mediciny [Archives of Clinical and Experimental Medicine]. — 2004. — Vol. 13. — № 1-2. — P. 65-67. [in Russian]
6. Rajkova S.V. Antimikrobnaja aktivnost' jefirnogo masla mjaty perechnoj (*Mentha Piperita* L.) [Antimicrobial Activity of Peppermint Essential Oil (*Mentha Piperita* L.)] / S.V. Rajkova, A.G. Golikov, G.M. Shub [et al.] // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal [Scientific Medical Journal]. — 2011. — Vol. 7. — № 4. — P. 787-790. [in Russian]
7. Jyldyrym E.A. Chem zamenit' antibiotiki v pticevodstve? [How to Replace Antibiotics in Poultry Breeding?] / E.A. Jyldyrym, L.A. Il'ina, D.G. Tjulina [et al.] // Pticevodstvo [Poultry Farming]. — 2020. — № 9. — P. 41-46. — DOI: 10.33845/0033-3239-2020-69-9-41-46. [in Russian]

8. Lysko S.B. Sposob obrabotki inkubacionnyh jaic s primeneniem fitobiotika [Method of Treatment of Hatching Eggs with Phytobiotic] / S.B. Lysko, M.V. Zadorozhnaja // Agrarnaja nauka – sel'skhozajstvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, stran SNG i BRICS [Agrarian Science – to Agricultural Production of Siberia, Mongolia, CIS countries and BRICS]. — Krasnoobsk: Agronauka, 2023. — P. 292-293. [in Russian]
9. Zadorozhnaja M.V. Vlijanie razlichnyh doz fitopreparata na osnove jefirnyh masel na immunitet cypljat-brojlerov pri vakcinacii [Effect of Different Doses of Phytopreparation Based on Essential Oils on Immunity of Broiler Chickens during Vaccination] / M.V. Zadorozhnaja, S.B. Lysko, O.A. Suncova [et al.] // Pticevodstvo [Poultry Farming]. — 2023. — № 4. — P. 68-72. [in Russian]
10. Lysko S.B. Immunomodulirujushhaja jeffektivnost' fitopreparata na osnove hvoi pri vakcinacii cypljat-brojlerov protiv n'jukaslskoj bolezni [Immunomodulatory Efficiency of Pine Needle-based Phytopreparation in Vaccination of Broiler Chickens against Newcastle Disease] / S.B. Lysko, M.V. Zadorozhnaja, O.A. Suncova [et al.] // Pticevodstvo [Poultry Farming]. — 2023. — № 5. — P. 70-74. — DOI: 10.33845/0033-3239-2023-72-5-70-74. [in Russian]
11. Maruzzella J.C. The Action of Perfume-oil Vapors on Fungi / J.C. Maruzzella, J. Balter, A. Katz // American Perfumer and Aromatics. — 1959. — № 74. — P. 21-22.
12. Smith-Palmer A. Antimicrobial Properties of Plant Essential Oils Essences against Five Important Food-borne Pathogens / A. Smith-Palmer, J. Stewart, L. Fyfe // Letters in Applied Microbiology. — 1998. — № 26. — P. 118-122.
13. Mann C.M. The Outer Membrane of Pseudomonas Aeruginosa NCTC6749 Contributes to Its Tolerance to the Essential Oil of Melaleuca Alternifolia (the Tree Oil) / C.M. Mann, S.D. Cox, J.L. Markham // Letters in Applied Microbiology. — 2000. — № 30. — P. 294-297.
14. Tassou C.C. Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Mastic Gum (Pistacia lentiscus var. chia) on Gram-positive and Gram-negative Bacteria in Broth and Model Food Systems / C.C. Tassou, G.J.E. Nychas // International Biodeterioration & Biodegradation. — 1995. — № 36. — P. 411-420.