



UDC 619:638.15

THE PATHOGENIC BEE ENTEROBACTERIA RESISTANCE TO THE EXPERIMENTAL IODINE-CONTAINING DISINFECTANT "JODIS DES NO. 2"

O. Galatyuk¹, T. Romanyshyna¹, A. Lakhman¹, O. Lysenko², V. Shimanska²

Article info

Received
02.01.2020
Accepted
28.01.2020

Galatyuk, O., Romanyshyna, T., Lakhman, A., Lysenko, O., Shimanska, V. (2020). The pathogenic bee enterobacteria resistance to the experimental iodine-containing disinfectant "Jodis Des No. 2". Scientific Horizons, 01 (86), 71–78. doi: 10.33249/2663-2144-2020-86-1-71-78.

¹Zhytomyr National
Agroecological
University
7, Staryi Blvd,
Zhytomyr, 10008,
Ukraine

²Zhytomyr
Regional
Laboratory
Center of the
Ministry of
Health of Ukraine
64, Velyka
Berdychivska
Str., Zhytomyr,
10002, Ukraine

E-mail:
olekhalatyuk@gmail.com;
tveterinar@gmail.com

*The activity of experimental disinfectant against pathogenic bee enterobacteria is shown in the article. Since the use of antibiotics in beekeeping is prohibited in Ukraine, the main task for epizootologists is to prevent the occurrence of infectious bees diseases. The use of new disinfectants and increased veterinary measures on apiaries will contribute to the prevention of bees enterobacteriosis. It has been established that the main causative agents of bee enterobacteriosis are bacteria of the species *Klebsiella Pneumoniae*, *Enterobacter Aerogenes*. The aim of our work was to determine the effect of iodine-containing disinfectant on bee cultures of enterobacteriaceae. We found that the disinfectant under study has a significant bacteriostatic effect on *Klebsiella Pneumoniae* microorganisms at concentrations from 1:100 to native, and a slight bactericidal effect at concentrations from 1:10 to native state. It was also investigated that the present agent has a bacteriostatic effect on *Enterobacter Aerogenes* microorganisms at concentrations from native state to 1:10, but no bactericidal effect was found. It is known that an important condition for disinfectants is to maintain its activity for a long time. That's why the next stage of the research was to determine the resistance of the disinfectant depending on the storage time of the drug. We found out that after 14 days of storage of the disinfectant its antimicrobial activity plummets, especially to microorganisms of *Enterobacter Aerogenes* species, where both bacteriostatic and bactericidal activity were absent. And on bacteria of the *Klebsiella Pneumoniae* species the drug retained a slight bacteriostatic effect and the diameter of the growth inhibition zone was 10 and 8 mm (in dilutions from native to 1:5). It was shown that the experimental disinfectant effect had both bactericidal and bacteriostatic effects, but it is insufficient for the beehives, frames and beekeeping equipment disinfection in case of enterobacteriosis on apiaries. The activity of the major disinfectant components needs to be improved and investigated. We also recommend to pay attention to the factors that determine the antimicrobial potency of iodine and selenium compounds.*

Key words: *beekeeping, disinfectants, Klebsiella pneumoniae, Enterobacter Aerogenes, disco-diffusion method, bactericidal and bacteriostatic action.*

СТІЙКІСТЬ ПАТОГЕННИХ ЕНТЕРОБАКТЕРІЙ БДЖІЛ ДО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЙОДОВІСНОГО ДЕЗІНФЕКТАНТУ «ЙОДІС ДЕЗ №2»

О. С. Галатюк¹, Т. О. Романишина¹, А. Р. Лахман¹, О. М. Лисенко², В. В. Шиманська²

¹ Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

² Державна установа «Житомирський обласний лабораторний центр
міністерства охорони здоров'я України»
Велика Бердичівська, 64, м. Житомир, 10002, Україна

В статті показано активність дії експериментального дезінфектанту щодо патогенних ентеробактерій бджіл. Так як в Україні заборонено використання антибіотиків у бджільництві, то основним завданням для епізоотологів є попередження виникненню інфекційних захворювань у бджіл. Застосування нових дезінфекційних засобів і підвищення ветеринарно-санітарних заходів на пасіках буде сприяти профілактиці ентеробактеріозів бджіл. Встановлено, що основними збудниками ентеробактеріозів бджіл є бактерії виду *Klebsiella Pneumoniae*, *Enterobacter Aerogenes*. Метою нашої роботи було визначити вплив йодовісного дезінфектанту на досліджувані культури ентеробактерій бджіл. Нами було встановлено, що досліджуваний дезінфекційний засіб має значну бактеріостатичну дію на мікроорганізми виду *Klebsiella Pneumoniae* в концентраціях від нативного до 1:100, та незначний бактерицидний вплив при концентраціях від нативного стану до 1:10. Також було досліджено, що представлений засіб має бактеріостатичну дію на мікроорганізми виду *Enterobacter Aerogenes* в концентраціях від нативного стану до 1:10, але бактерицидна дія не спостерігалася. Відомо, що важливою умовою для дезінфектантів є збереження його активності протягом тривалого часу. Тому наступним етапом досліджень було визначення стійкості деззасобу в залежності від часу зберігання препарату. Нами було встановлено, що через 14 діб зберігання дезінфектанту його антимікробна активність стрімко падає, особливо до мікроорганізмів виду *Enterobacter Aerogenes*, де була відсутня як бактеріостатична дія, так і бактерицидна. А на бактерії виду *Klebsiella Pneumoniae* препарат зберігав незначний бактеріостатичний вплив і діаметр зони пригнічення росту становив 10 та 8 мм (у розведеннях від нативного до 1:5). Показано, що дія експериментального дезінфекційного засобу мала як бактерицидний, так і бактеріостатичний вплив, але він недостатній для здійснення дезінфекції вуликів, рамок та пасічного інвентаря за виникнення ентеробактеріозів на пасіках. Активність основних компонентів деззасобу необхідно покращувати та досліджувати. Також ми рекомендуємо звернути увагу на чинники, від яких залежить потужність протимікробної дії сполук йоду та селену.

Ключові слова: бджільництво, дезінфікуючі засоби, *Klebsiella Pneumoniae*, *Enterobacter Aerogenes*, диско-дифузійний метод, бактерицидна та бактеріостатична дія.

Вступ

Історично бджільництво в Україні було важливим промислом. Воно є базою та джерелом сталого розвитку для кількох галузей, зокрема – рослинництва, фармацевтичної, харчової та інших (Suharenko, 2017). Україна займає вигідне географічне положення, що робить доцільним розвиток бджільництва в масштабах, які дають змогу виробляти продукцію не тільки для задоволення внутрішнього попиту, а й на експорт (Yasko, 2017). Бджоли дають людині висококалорійний і цінний продукт харчування – мед, який має цілющі властивості та важливу сировину для багатьох галузей промисловості – віск. Крім того, на пасіках одержують квітковий пилок, прополіс, маточне молочко, бджолину

отруту, що широко застосовуються для лікування і профілактики багатьох хвороб. Останнім часом пасіки дають прибуток ще й від реалізації пакетів бджіл, відводків і племінних маток (Manoylenko, 2018). Щоб зрозуміти, як найбільш ефективно захистити запилювачів, важливо, щоб майбутні дослідження використовували більш екологічний підхід при вивченні дезінфікуючих засобів (Evison, 2015; McMenamin & Genersch, 2015; Nazzi & Le Conte, 2016).

В сучасних умовах розвитку бджільництва та зростаючих вимогах до якості меду та інших продуктів бджільництва значення дезінфікуючих заходів зросло. Основна мета проведення санітарних заходів – інактивація збудників інфекційних хвороб на інвентарі, стільниках,

вуликах, які є факторами передачі. Такі дії дозволяють перервати механізм передачі збудника інфекції. Однією з вимог до дезінфектантів є їх екологічна нешкідливість (Higes et al., 2013; Boyko, 2014). Останнім часом в науковій літературі є публікації, що розглядають селен, йод та їх сполуки, з точки зору відсутності токсичності для медоносних бджіл. (Hendriksma et al., 2011; Pittalwala 2012; Hladun et al., 2012; Hladun et al., 2013). Є також дані про використання селеновмісних препаратів в якості біостимуляторів, які впливають на показники продуктивності, розвитку і відтворення медоносних бджіл (Nevitov et al., 2011; Nevitov & Ostapchuk, 2013). Дезінфектант «Йодіс Дез №2» – експериментальний препарат, основним завданням якого є знищення у середовищі збудників інфекційних хвороб, в тому числі ентеробактерій. До складу дезінфектанту входить атомарний йод та біологічно активний елемент Se.

Великою перевагою йоду є широкий спектр антимікробної активності, він вбиває всі основні патогени і, за тривалого впливу, навіть спори, які вважаються найбільш складною формою мікроорганізмів для інактивації дезінфікуючими засобами та антисептиками. Атомарний йод проникає в порожнини структур мікроорганізмів і закріплюється всередині, утворюючи клатрати – складні сполуки, чим і чинить антимікробну дію (Rozhkov & Kuznetsov, 2014).

Селен (Se) – важливий для організму мікроелемент. Довгі роки ця речовина вважалася отрутою. З початку ХХ століття було встановлено, що препарати, що містять селен, надають різнопланову дію. Селен відомий як антиоксидант, який регулює проникність клітинних мембран, бере участь у руйнуванні перекисних сполук і вільних радикалів (Nevitov et al., 2011; Nevitov & Ostapchuk, 2013). Тому, підсилюючи дію один одного, ці два біологічно активні елементи чинять дезінфікуючу дію на патогенні мікроорганізми. Метою нашої роботи було визначити вплив дезінфектанту на патогенні культури ентеробактерій бджіл.

Матеріали та методи

Для досліджень використовували культури патогенних ентеробактерій бджіл видів *Klebsiella Pneumoniae* та *Enterobacter Aerogenes*. Культури були виділені від хворих сімей з різних пасік Житомирської, Київської та Тернопільської областей. Дані види ентеробактерій виділялися та ідентифікувалися на базі науково-дослідної

лабораторії кафедри мікробіології, фармакології та епізоотології факультету ветеринарної медицини ЖНАЕУ та Державної установи "Житомирський обласний лабораторний центр міністерства охорони здоров'я України" у 2018–2019 рр. Досліджувані культури зберігаються у холодильнику за t 5–7 °С і пересіваються глибинним методом з інтервалом в 30 діб на середовище АМХ (агар Мюллера-Хінтона).

Препарат «Йодіс Дез №2» був наданий нам ТОВ „СГП” МБС м. Кисва. Вивчення властивостей експериментального дезінфектанту проводили ДДМ (диско-дифузійний метод) (Rodriguez-Tudela, 2010). Препарат застосовували в нативному стані і в таких концентраціях: 1:5, 1:10, 1:100 (проводили розведення стерильним 0,9 % NaCl). Диски власноруч обробляли дезінфектантом «Йодіс Дез №2» у вказаних концентраціях. Експозиція просочення дисків становила 20 хв, після чого диски підсушували на фільтрувальному папері протягом 15 хв.

В чашку Петрі вносили по 1 мл бактеріальних суспензій та по 20 мл середовища АМХ (агар Мюллера-Хінтона) та МПА (м'ясо-пептонний агар), після чого круговими рухами розмішували вміст чашок до однорідності. Після застигання середовищ на горизонтальній поверхні столу на поверхню викладали диски, просочені дезінфектантом, проти часової стрілки. Дослідження проводили на п'яти чашках Петрі для кожної культури та середовища, за якими спостерігали протягом чотирьох діб. Через 14 діб дослід був повторений аналогічно на середовищі АМХ (агар Мюллера-Хінтона), спостерігали протягом двох діб.

Результати досліджень та обговорення

На неблагополучних пасіках було діагностовано ентеробактеріози у бджіл, які були викликані патогенними бактеріями видів *Klebsiella Pneumoniae* та *Enterobacter Aerogenes*. Відомо, що в Україні заборонено використання антибіотиків у бджільництві. Тому необхідно попередити виникнення захворювань, що забезпечує профілактика, в тому числі і застосування дезінфекційних засобів.

За результатами наших досліджень щодо дії дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на культуру *Klebsiella Pneumoniae* встановлено, що діаметр зони просвітлення найбільший при нативному застосуванні препарату, і краще виражений на середовищі АМХ (Агар Мюллера-Хінтона), ніж на середовищі МПА (табл. 1).

Таблиця 1. Зони пригнічення росту культури *Klebsiella Pneumoniae* дезінфектантом «Йодіс Дез №2» на середовищах АМХ та МПА (n=5)

Показник	Середовище АМХ*								Середовище МПА**							
	перша доба				четверта доба				перша доба				четверта доба			
	нативний	1:5	1:10	1:100	нативний	1:5	1:10	1:100	нативний	1:5	1:10	1:100	нативний	1:5	1:10	1:100
Зона затримки росту, М±m	31,60±0,57	27,60±0,57	24,40±0,76	20,40±0,57	32,20±0,74	30,60±0,76	27,80±0,89	26,00±0,79	12,80±0,42	відсутня	відсутня	відсутня	14,20±0,42	відсутня	відсутня	відсутня

Примітка: АМХ* – агар Мюллера-Хінтона; **МПА – м'ясо-пептонний агар.

Представлені дані характеризують бактеріостатичну дію дезінфектанту, так як в усіх випадках (крім нативного) на площі зони просвітлення реєструвався пригнічений ріст культури. Бактерицидна дія проявлялася при концентраціях від нативного стану до 1:10

(діаметром від 10 мм до 6 мм).

Візуальні зміни при бактеріологічних дослідженнях вивчення властивостей дезінфектанту на культуру *Klebsiella Pneumoniae* представлено на рис. 1.



Рис. 1. Візуальні зміни за бактеріологічних досліджень активності дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на дисках на культуру *Klebsiella Pneumoniae* на 1 добу (а), і на 4 добу (б) на середовищі АМХ

Джерело: власні дослідження.

Так, аналіз отриманих результатів свідчить про те, що препарат «Йодіс Дез №2» володіє бактеріостатичними та незначними бактерицидними властивостями щодо *Klebsiella Pneumoniae* (рис. 1).

Результати активності дезінфектанту «Йодіс

Дез №2» на культуру *Enterobacter Aerogenes* свідчать, що 2 діаметр зони просвітлення найбільший за нативного застосування препарату, і краще виражений на середовищі АМХ (Агар Мюллера-Хінтона), ніж на середовищі МПА (табл. 2).

Таблиця 2. Зони пригнічення росту культури *Enterobacter Aerogenes* дезінфектантом «Йодіс Дез №2» на середовищах АМХ та МПА (n=5)

Показник	Середовище АМХ*								Середовище МПА**							
	друга доба				четверта доба				друга доба				четверта доба			
	нативний	1:5	1:10	1:100	нативний	1:5	1:10	1:100	нативний	1:5	1:10	1:100	нативний	1:5	1:10	1:100
Зона затримки росту, М±m	25,20±0,42	19,00±0,35	18,00±0,35	13,80±0,42	28,80±0,65	27,60±0,57	25,80±0,42	17,80±0,42	11,80±0,42	6,80±0,42	відсутня	відсутня	12,40±0,27	відсутня	відсутня	відсутня

Примітка: АМХ* – агар Мюллера-Хінтона; **МПА – м'ясо-пептонний агар.

Такі результати характеризують бактеріостатичну дію дезінфектанту, так як в усіх випадках на площі зони просвітлення реєструвався пригнічений ріст культури. Бактерицидна дія не проявилася, так як зона лізису ентеробактерій – відсутня.

Аналіз отриманих результатів щодо візуальних змін за бактеріологічних досліджень вивчення властивостей дезінфектанту на культуру *Enterobacter Aerogenes* свідчить про те, що препарат «Йодіс Дез №2» володіє лише бактеріостатичною дією щодо бактерій виду *Enterobacter Aerogenes* (рис. 2).

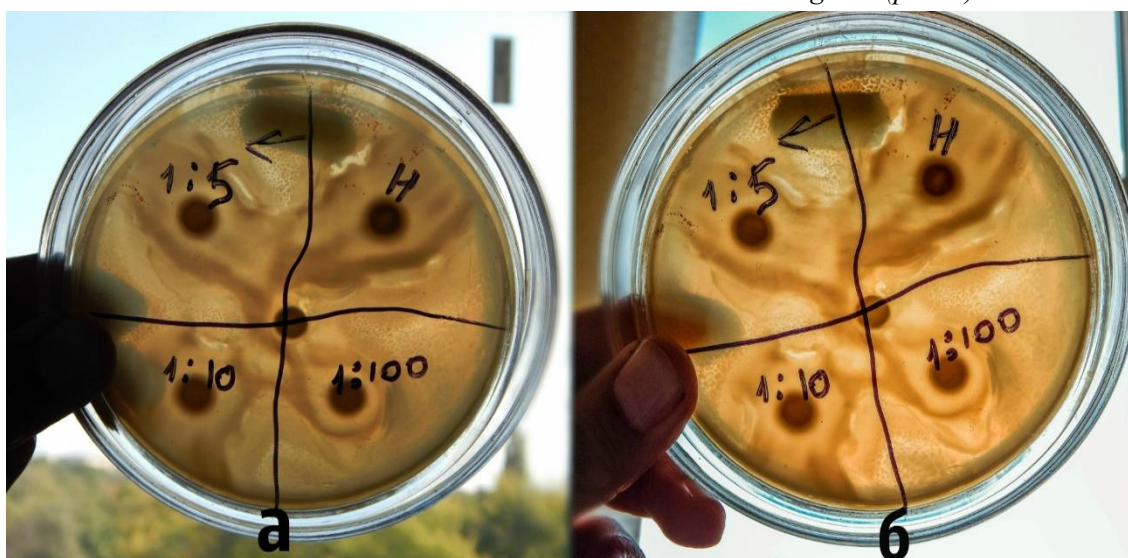


Рис. 2. Візуальні зміни при бактеріологічних дослідженнях активності дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на дисках на культуру *Enterobacter Aerogenes* на 1 добу (а), і на 4 добу (б) на середовищі АМХ

Джерело: власні дослідження.

На нашу думку, отримані результати можна інтерпретувати наявністю джгутиків у *Enterobacter Aerogenes*, який здатний до руху, тому при рості на середовищі АМХ дезінфектант

майже не подіяв на нього (Kačániová et al., 2018; Rivera et al., 2018). Також можливий контакт дезінфектанту з киснем при відкритті чашки Петрі, внаслідок чого активний йод окислюється та

активність його знизилась, і засіяна глибинним способом культура проросла на неактивних дисках на поживному середовищі.

Відомо, що важливою умовою для дезінфектантів є збереження його активності протягом тривалого часу. Експериментальний засіб «Йодіс Дез №2» зберігали за кімнатної температури у темному приміщенні закритим. Повтор дослідів дії дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на досліджувані культури проводили через 14 діб

ДДМ (диско-дифузійний метод) на середовищі АМХ (агар Мюллера-Хінтона).

Стосовно результатів активності дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на культуру *Klebsiella Pneumoniae* встановлено, що активність дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на культуру *Klebsiella Pneumoniae* зменшилася (табл. 3). Бактерицидна дія не спостерігалась, а бактериостатична дія становила 10–8 мм (у розведеннях від нативного до 1:5).

Таблиця 3. Зони пригнічення росту культури *Klebsiella Pneumoniae* дезінфектантом «ЙодісДез» на середовищі АМХ (повтор дослідів через 14 діб) (n=5)

Показник	Середовище АМХ*			
	перша доба			
	нативний	1:5	1:10	1:100
Зона затримки росту, М±т	10,2±0,42	8,6±0,27	відсутня	відсутня

Примітка: АМХ* – агар Мюллера-Хінтона.

Візуальні зміни за бактеріологічних досліджень активності препарату «Йодіс Дез №2» на середовищі АМХ на культуру *Klebsiella Pneumoniae* свідчать, що одним із основних факторів вірулентності (інфекційності, заразності) у бактерій є наявність товстої слизової

капсули (захисної оболонки), яку і мають мікроорганізми виду *Klebsiella Pneumoniae* (Traynor et al., 2016), тому, на нашу думку, саме наявність капсули спричинило такий низький бактерицидний ефект засобу щодо досліджуваної бактерії (рис. 3).

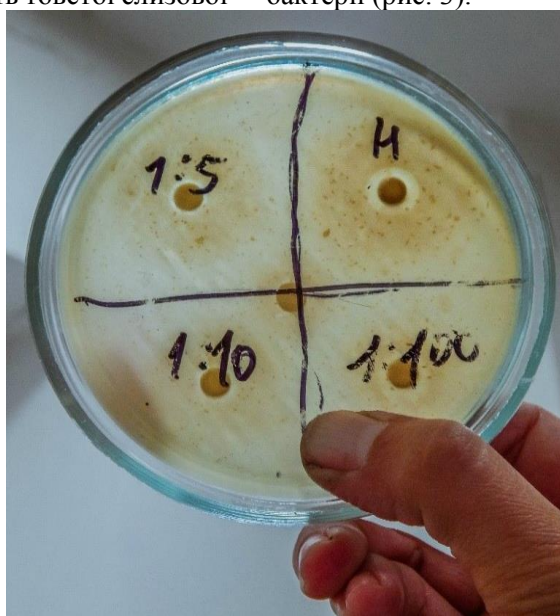


Рис. 3. Візуальні зміни за бактеріологічних досліджень активності дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на дисках на культуру *Klebsiella Pneumoniae* на середовищі АМХ (повтор дослідів через 14 діб)

Джерело: власні дослідження.

Щодо візуальних змін за бактеріологічних досліджень активності препарату «Йодіс Дез №2» на середовищі АМХ на культуру *Enterobacter Aerogenes*, з'ясовано, що активність

дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на культуру *Enterobacter Aerogenes* зменшилася (рис. 4). Бактерицидна та бактериостатична дії відсутні.

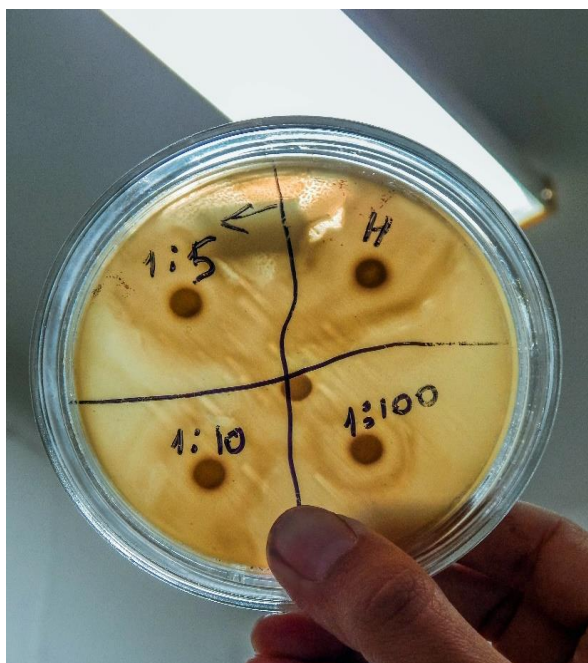


Рис. 4. Візуальні зміни при бактеріологічних дослідженнях активності дезінфектанту «Йодіс Дез №2» на дисках на культуру *Enterobacter Aerogenes* на середовищі АМХ (повтор досліді через 14 діб)

Джерело: власні дослідження.

На нашу думку, застосування препаратів йоду для дезінфекції необхідно удосконалювати, так як сила антимікробної дії йоду та селену варіює від умов навколишнього середовища. Йод згортає білки, так як він діє поверхнево, тому його дія більш зосереджена на антисептичний вплив, ніж на антимікробний, тобто не зосереджений на зниження більш «озброєних» (високо-вірулентних – наявність капсули, чи джгутиків) мікроорганізмів.

Висновки

1. Експериментальний дезінфектант «Йодіс Дез №2» має більш виражену бактеріостатичну дію на мікроорганізми виду *Klebsiella pneumonia*, ніж на мікроорганізми виду *Enterobacter Aerogenes* та незначну бактерицидну дію, діаметр зони лізису ентеробактерій 6–10 мм у розведенні від нативного до 1:10 тільки на *Klebsiella pneumonia*.

2. Встановлено достовірне зниження в 3 рази і більше антимікробної дії препарату «Йодіс Дез №2», в залежності від часу зберігання, а саме через 14 діб.

3. Необхідно удосконалити склад дезінфектанту, так як дезінфекція передбачає повне знищення збудника захворювань, а не пригнічення його росту.

References

Boyko, T. V. (2014). Sravnitel'naya otsenka dezinfitsiruyuschih preparatov dlya dezinfektsii v pchelovodstve [Comparative assessment of disinfectants for disinfection in beekeeping]. *Uchenyye Zapiski UO "Vitebskaya ordena "Znak pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny"*, 50 (1), 89–92. [in Russian].

Clinical and Laboratory Standards Institute. (2008). Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of filamentous fungi. Approved standard CLSI document M38–A2. Wayne, Pennsylvania : Clinical and Laboratory Standards Institute.

Evison, S. F. (2015). Chalkbrood: epidemiological perspectives from the host-parasite relationship. *Curr Opin Insect Sci.*, 10, 65–70. doi: doi.org/10.1016/j.cois.2015.04.015.

Hendriksma, H. P., Härtel, S. & Steffan-Dewenter, I. (2011). Honey bee risk assessment: new approaches for in vitro larvae rearing and data analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, 2 (5), 509–517.

Higes, M., Meana, A. & Bartolome, C. (2013). *Nosema ceranae* (Microsporidia), a controversial 21st century honeybee pathogen. *Environ Microbiol Rep.*, 5 (1), 17–29.

- Hladun, K. R., Kaftanoglu, O., Parker, D. R., Tran, K. D. & Trumble, J. T. (2013). Effects of selenium on development, survival, and accumulation in the honeybee. *Apis mellifera L. Environ Toxicol Chem*, 32 (11), 2584–2592. doi: doi.org/10.1002/etc.2357.
- Hladun, K. R., Smith, B. H., Mustard, J. A., Morton, R. R. & Trumble, J. T. (2012). Selenium Toxicity to Honey Bee (*Apis mellifera L.*) Pollinators: Effects on Behaviors and Survival. *PLoS One*, 7 (4), e34137. doi: 10.1371/journal.pone.0034137.
- Kačániová, M., (2018). Antimicrobial activity and resistance of microorganisms isolated from honey bees. *Animal Science & Biotechnologies*, 51 (1), 133–138.
- Manoilenko, S. V. (2018). Bdzhilnytstvo [Apiculture] : metodychni rekomendatsii do vyvchennia dystsypliny dlia studentiv napriamu «Ahronomii». Kropyvnytskyi : TsNTU [in Ukrainian].
- McMenamin, J.A. & Genersch, E. (2015). Honeybee colony losses and associated viruses. *Curr Opin Insect Sci.*, 8, 121–129. doi: doi.org/10.1016/j.cois.2015.01.015.
- Nazzi, F. & Le Conte, Y. (2016). Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the western honeybee. *Apis mellifera. Annu Rev Entomol.*, 61, 417–432. doi: org/10.1146/annurev-ento-010715-023731.
- Nevitov, M. N. & Ostapchuk, A. V. (2013). Vyvod pchelinykh matok s ispolzovaniyem soyedineniy selena [Breeding Queen bees with the use of selenium compounds]. *Biogeokhimiya i biokhimiya mikroelementov v usloviyakh tekhnogeneza biosfery* : materialy VIII Biogeokhimicheskoy shkoly. Moskva : GEOKhI RAN [in Russian].
- Nevitov, M. N., Ostapchuk, A. V., Perunova, E. V., Lonschakov, V. V. & Shimkus, A. (2011, 24–25 March). The use of Selenium Compounds in the Technology of Artificial Breeding of Queen Bees. In *Materials of the 2nd Conference of Balkan Network for Biotechnology in Animal Reproduction* (pp. 136–139). Sofia.
- Pittalwala, I. (2012.). Selenium impacts honey bee behavior and survival. ScienceDaily : University of California. Riverside.
- Rivera, A., Cedillo, L., Perez, J., Hernandez, F., Romero, O. & Rodriguez, N. (2018). Isolation of Enterobacteria and Spiroplasmas from *Apis mellifera*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (3), 900–906.
- Rodriguez-Tudela, J. L., Gomez-Lopez, A. & Arendrup, M. C.(2010). Comparison of caspofungin MICs by means of EUCAST method E.DEF 7.1 using two different concentrations of glucose. *Antimicrob Agents Chemother.*, 54, 3056–3057.
- Rozhkov, K. A. & Kuznetsov, A. F. (2014). Primeneniye innovatsionnogo yod-polimera «Monklavit-1» v pchelovodstve. [The use of innovative polymer-iodine “Monklavit-1” in beekeeping]. *Effektivnyye i bezopasnyye lekarstvennyye sredstva* : materialy III Mezhdunar. kongressa veterinarnykh farmakologov i toksikologov (pp. 218–219). Saint Petersburg [in Russian].
- Sukharenko, O. I. (2017). Ukrainske bdzhilnytstvo [Ukrainian beekeeping]. *Ahroindustrialia*, 6, 5–8 [in Ukrainian].
- Traynor, K. S., Rennich, K., Forsgren, E., Rose, R., Pettis, J., Kunkel, G. ... vanEngelsdorp D. (2016). Multiyear survey targeting disease incidence in US honey bees. *Apidologie*, 47, 325–347.
- Yasko, V. M. (2017). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku haluzi bdzhilnytstva v Ukraini [The current state and prospects of the beekeeping industry in Ukraine]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*, 84 (1), 108–114 [in Ukrainian].