

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet9525
http://nvlvet.com.ua

UDC 638.15:595.42.2:638.157:615.285

Effectiveness of modern acaricidal preparations for bee varroasis

V.O. Yevstafieva, O.S. Nazarenko

Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine

Article info

Received 23.09.2019
Received in revised form
22.10.2019
Accepted 23.10.2019

*Poltava State Agrarian Academy,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.
Tel.: +38-050-183-78-78
E-mail: evstva@ukr.net*

Yevstafieva, V.O., & Nazarenko, O.S. (2019). Effectiveness of modern acaricidal preparations for bee varroasis. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 21(95), 133–138. doi: 10.32718/nvlvet9525

Beekeeping is of great economic importance due to the production from bees and the creation of opportunities for natural pollination of crops in order to increase their yield. One of the major reasons holding back the development of beekeeping is invasive diseases, among which a large proportion is varroasis. A large number of chemicals, most commonly belonging to the group of synthetic pyrethroids, have been developed and registered for combating bee varroasis. The aim of this study was to study the effectiveness of modern acaricidal preparations for varroasis of bees, depending on the active substance and method of its application. The experimental determination of acaricidal action of four domestic preparations was carried out, namely: in the form of strips – Varolom (AS – tau-fluvalinate), Flukontakt (AS – flumethrin), Varoatsyd (AS – amitraz); in the form of an emulsion in the processing of bees by smoking and small-drip irrigation – Taktamit (AS – amitraz). Striped drugs have been found to be highly effective in combating varroasis of bees. At 30 days of treatment, the efficacy of Flukontakt averaged 99.05%, Varolom – 96.46%, Varoatsyd – 95.46%. When comparing the effectiveness of Taktamit in different ways of its use, it was determined that the greatest detrimental effect on the causative agent of varroasis was the agent used in the form of smoking with the help of the smoke-gun Varomor. The efficiency of acaricidal treatment of bees reached 98.36%. When using Taktamit in the form of small-water irrigation of bee families, its efficiency was lower and was 95.00%. At the same time, in the treatment of bees, their flight activity at air temperatures above 15 °C increased significantly during the 1–24 h period by 12.75–32.74% compared with the invaded untreated families. Moreover, this indicator was significantly higher (by 11.06%) 24 h after the use of Taktamit by smoking compared to the use of this drug by small-drip irrigation. Conducted medical activities have led to increased honey productivity in research families. The amount of harvested honey received was significantly higher in those bee families where the efficiency of acaricidal treatments was highest.

Key words: varroasis, honey bees, acaricidal preparations, therapeutic effectiveness, flight activity, bee productivity.

Ефективність сучасних акарицидних препаратів за вароозу бджіл

В.О. Євстаф'єва, О.С. Назаренко

Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Бджільництво має велике народногосподарське значення завдяки одержуваній від бджіл продукції та створення можливостей природного запилення сільськогосподарських культур з метою підвищення їхньої врожайності. Однією з вагомих причин, що стримує розвиток бджільництва, є інвазійні захворювання, серед яких значну частку займає варооз. Для боротьби з вароозом бджіл розроблено і зареєстровано велику кількість хімічних препаратів, які найчастіше відносяться до групи синтетичних піретроїдів. Метою роботи було вивчити ефективність сучасних акарицидних препаратів за вароозу бджіл залежно від діючої речовини та способу їхнього застосування. Проведено експериментальне визначення акарицидної дії чотирьох вітчизняних препаратів, а саме: у вигляді смужок – варолому (ДР – тау-флувалінант), флуконтакту (ДР – флуметрин), вароациду (ДР – амітраз); у вигляді емульсії при обробці бджіл шляхом обкурювання та дрібнокрапельного поливання – тактаміту (ДР – амітраз). Встановлено, що

препарати, які використовували у вигляді смужок, є високоефективними у боротьбі з вароозом бджіл. На 30 добу лікування ефективність флуконтакту в середньому становила 99,05%, варолому – 96,46%, вароациду – 95,46%. При порівнянні ефективності тактаміту за різних способів його застосування визначено, що найбільшою згубною дією на збудника вароозу володіє засіб, який використовували у вигляді обкурювання за допомогою дим-гармати Варомор. Ефективність акарицидної обробки бджіл сягала 98,36%. При застосуванні тактаміту у вигляді дрібнокрапельного поливання бджолосімей його ефективність була нижчою і становила 95,00%. Одночасно при лікуванні бджіл їхня льотна активність за температури повітря вище від 15 °С достовірно зростає впродовж 1–24 год на 12,75–32,74% порівняно з інвазованими нелікованими сім'ями. Причому цей показник був достовірно вищим (на 11,06%) через 24 год після використання тактаміту шляхом обкурювання порівняно із застосуванням цього препарату шляхом дрібнокрапельного поливання. Проведені лікувальні заходи призводили до підвищення медової продуктивності у дослідних сім'ях. Кількість отриманого товарного меду була достовірно більшою у тих бджолосім'ях, де ефективність акарицидних обробок була найвищою.

Ключові слова: варооз, медоносні бджоли, акарицидні препарати, терапевтична ефективність, льотна активність, продуктивність бджіл.

Вступ

Розвиток сільського господарства і поліпшення продовольчого постачання населення є одним з пріоритетів розвитку більшості країн світу і зокрема України. Бджільництво має велике народногосподарське значення завдяки одержуванню від бджіл продукції та створенню можливостей природного запилення сільськогосподарських культур з метою підвищення їхньої врожайності. Завдяки бджолам близько однієї третини продовольства виробляється для споживання людиною. Такі продукти бджільництва, як мед, віск, прополіс, квітковий пилок, маточне молочко, бджолина отрута являють собою біологічно активні речовини, що володіють цінними лікарськими та поживними властивостями (Carreck & Williams, 1998; Vanengelsdorp & Meixner, 2010; Abdulai & Abubakari, 2012; Masuku, 2013; Lee et al., 2019).

Однією з вагомих причин, що стримує розвиток бджільництва, є інвазійні захворювання, серед яких вагому частку займає варооз. *Varroa destructor* є збудником вароозу і, внаслідок своєї життєдіяльності, послаблює силу бджолиних сімей та знижує їхню природну резистентність до інших захворювань (Akimov et al., 2004; Boecking & Genersch, 2008; Dahle, 2010; Rosenkranz et al., 2010; Nazzi & Le Conte, 2016).

Для боротьби з вароозом бджіл розроблено і зареєстровано велику кількість хімічних препаратів, які найчастіше належать до групи синтетичних піретроїдів. Згідно з проведеними дослідженнями, такі акарициди є достатньо ефективними, зручними та не потребують значних витрат часу. Водночас кліщі мають здатність набувати стійкості до хімічних акарицидів (Bogdanov et al., 1998; Wallner, 1999; Korta et al., 2001; Davies et al., 2007; Yefimenko, 2013).

Науковцями доведена висока ефективність за вароозу бджіл флуметрину та флювалінату у вигляді смужок, які захищають бджолосімії від кліща впродовж 28 та 38 діб відповідно. Водночас застосування препаратів на основі амітразу є ефективним упродовж 21 доби (Norain Sajid et al., 2019). Інші автори пишуть про зниження ефективності препаратів на основі флуметрину, флювалінату та амітразу внаслідок формування резистентних популяцій кліщів *V. destructor* щодо цих діючих речовин (Baxter et al., 1998; Elzen et al., 2000).

Метою роботи було вивчити ефективність сучасних акарицидних препаратів за вароозу бджіл залежно від діючої речовини та способу його застосування.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися упродовж 2018–2019 рр. на базі приватної пасіки Гребінківського району Полтавської області. Паразитологічні дослідження проводили в лабораторії кафедри паразитології та ветеринарно-санітарної експертизи факультету ветеринарної медицини Полтавської державної аграрної академії.

Визначення ефективності акарицидних препаратів проводили у трьох експериментах відповідно до загальноприйнятих методик (Grobov et al., 1981; Borodachev et al., 2006). Пасічні роботи виконували за температури повітря вище від 15 °С, тобто за настанням стабільної погоди. Для дослідів використовували сім'ї аналоги, які за кількістю комах, закритого розплоду, забезпеченістю кормами і якістю стільників були однаковими.

У першій серії дослідів випробовували ефективність трьох різних препаратів у вигляді смужок на основі тау-флувалінату, флуметрину, амітразу. Препарати застосовували згідно з настановами, рекомендованими фірмами-виробниками. Було сформовано три дослідні та одна контрольна групи бджолосімей, інвазовані *Varroa destructor* (по 5 сімей). Першій дослідній групі застосовували варолом (ФОП Лемішев О.М., Україна), другій – флуконтакт (ФОП Лемішев О.М., Україна), третій – вароацид (ТОВ НДП “Ветеринарна медицина”, Україна). Бджіл і розплід контрольної групи обприскували тільки водою. Смужки залишали у вулику впродовж 30 діб. Ефективність препаратів визначали на 10, 20 та 30 добу експерименту.

У другій серії дослідів визначали акарицидну ефективність препарату тактаміт (ДР – амітраз, ТОВ НДП “Ветеринарна медицина”, Україна) за різних способів його застосування. Було сформовано дві дослідні та одна контрольна групи бджолосімей, інвазовані *Varroa destructor* (по 10 сімей). Першій дослідній групі проводили обробку шляхом обкурювання вуликів із застосуванням дим-гармати Варомор, другій – шляхом дрібнокрапельного поливання. Бджіл і розплід контрольної групи обприскували тільки водою.

Ефективність препаратів визначали на 1, 2 та 3 добу після застосування препарату. Одночасно визначали льотну активність бджіл, яку оцінювали тричі – до обробки, через 1 год та 24 год після обробки шляхом підрахунку бджіл, що прилітали до вулика протягом 5 хв.

Розрахунок терапевтичної ефективності акарицидних препаратів розраховували згідно з формулою Abbott, 1925 (Arisov & Arhipov, 2018):

$$C = \frac{A - B}{100 - B} \times 100, \%, \text{ де}$$

C – акарицидна ефективність препарату;

A – загибель кліщів у досліді, %;

B – загибель кліщів у контролі, %.

У третій серії дослідів було сформовано п'ять дослідних та дві контрольні (інвазовані збудником вароозу та вільні від кліща) групи по 5 бджолиних сімей. Бджіл першої дослідної групи обробляли варооцидом, другої – флуконтактом, третьої – вароацидом, четвертої – тактамітом шляхом дрібнокрапельного поливання, п'ятої – тактамітом шляхом обкурювання. Після проведеного лікування проводили облік медової продуктивності двічі – у травні та серпні. Кількість одержаного товарного меду визначали за різницею зважування відібраних з гнізда медових стільників до і після відкачування.

Математичну обробку даних здійснювали з використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel шляхом визначення середнього арифметичного (M), його похибки (m) та рівня вірогідності (P) з використанням таблиці t-критерієв Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Проведеними дослідженнями встановлено, що всі препарати, які застосовували у вигляді смужок, виявилися ефективними за вароозу бджіл впродовж 30 днів (рис. 1).

Так, найбільш ефективним виявився препарат флуконтакт (ДР – флуметрин), показники ефективності

на 10 добу становили $90,40 \pm 1,25\%$, на 20 добу – $92,38 \pm 0,97\%$ і на 30 добу досліду сягали $99,05 \pm 0,95\%$. Незначно меншу ефективність проявляли препарати варолом (ДР – тау-флувалінант) та вароацид (ДР – амітраз). На 10 добу досліду ефективність варолому становила $90,78 \pm 0,94\%$, на 20 добу – $91,32 \pm 0,94\%$, на 30 добу – $96,46 \pm 2,20\%$.

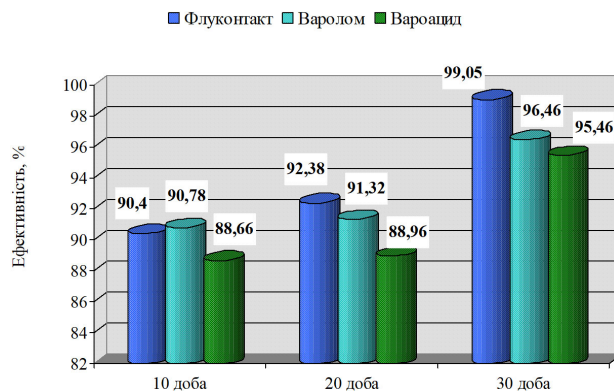


Рис. 1. Показники акарицидної дії хімічних засобів за вароозу бджіл

Ефективність вароациду впродовж 10–30 днів коливалася в межах від $88,66 \pm 0,70$ до $95,46 \pm 1,96\%$.

При визначенні впливу способу застосування акарицидного препарату тактаміт (ДР – амітраз) на показники його ефективності за вароозу бджіл встановлено, що найбільшою акарицидною дією було досягнуто за використанням засобу шляхом обкурювання вуликів із застосуванням дим-гармати Варомор. Впродовж першої доби після проведеного лікування ефективність становила $95,16 \pm 0,74\%$. В подальшому показники ефективності поступово зростали: на 2 добу – $96,53 \pm 0,25\%$, на 3 добу – $98,36 \pm 1,01\%$. При застосуванні тактаміту шляхом дрібнокрапельного поливання його акарицидна дія знижувалася і впродовж експерименту коливалася в межах від $88,89 \pm 0,98$ до $95,00 \pm 5,00\%$ (табл. 1).

Таблиця 1

Ефективність тактаміту за вароозу бджіл залежно від способу його застосування, $M \pm m$ (n = 5)

Спосіб застосування препарату	Ефективність, %		
	1 доба	2 доба	3 доба
Обкурювання вуликів із застосуванням дим-гармати Варомор	$95,16 \pm 0,74$	$96,53 \pm 0,25$	$98,36 \pm 1,01$
Дрібнокрапельне поливання вуликів	$88,89 \pm 0,98$	$92,97 \pm 2,01$	$95,00 \pm 5,00$

У результаті визначення показників льотної активності бджіл дослідних та контрольної груп встановлено, що за використання тактаміту незалежно від способу його застосування зростала кількість прильотів у оброблених сім'ях (табл. 2).

Через 1 год. після проведеного лікування кількість бджіл-збиральниць збільшилася на $9,18-12,75\%$ ($P < 0,05$) до $40,80 \pm 1,36$ проти $35,60 \pm 1,75$ у контролі. Через 24 год. їхня кількість виявилася більшою на

$24,38-32,74\%$ ($P < 0,01 \dots P < 0,001$) – до $45,20 \pm 1,46$ порівняно з контрольними сім'ями ($30,40 \pm 1,33$). Водночас, порівнюючи спосіб застосування тактаміту, встановлено, що в сім'ях, оброблених шляхом обкурювання за допомогою дим-гармати Варомор, льотна активність була значно вищою порівняно із використанням препарату шляхом дрібнокрапельного поливання.

Таблиця 2

Льотна активність бджіл за використання тактаміту в боротьбі з вароозом, $M \pm m$ ($n = 5$)

Групи, спосіб застосування препарату	До обробки	Після обробки	
		через 1 год.	через 24 год.
Перша дослідна. Обкурювання вуликів із застосуванням дим-гармати Варомор	34,80 ± 1,88	40,80 ± 1,36 *•	45,20 ± 1,46*** ■●●
Друга дослідна. Дрібнокрапельне поливання вуликів	35,80 ± 1,24	39,20 ± 1,66	40,20 ± 1,96 **
Контрольна	36,20 ± 1,56	35,60 ± 1,75	30,40 ± 1,33

Примітка: * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$, *** – $P < 0,001$ – порівняно з показниками контрольної групи; ■ – $P < 0,05$ – порівняно з показниками другої дослідної групи; • – $P < 0,05$, ● – $P < 0,01$ – порівняно з показниками до обробки

Так, через 1 год після обробки кількість прильотів у першій дослідній групі була більшою на 3,92% порівняно з показниками другої дослідної групи, а через 24 год – на 11,06% ($P < 0,05$).

Вивчення впливу лікувальних заходів на показники медової продуктивності оброблених бджолосімей показало, що чим вищою була акарицидна дія засобу, тим більше отримано товарного меду від дослідних сімей (рис. 2).

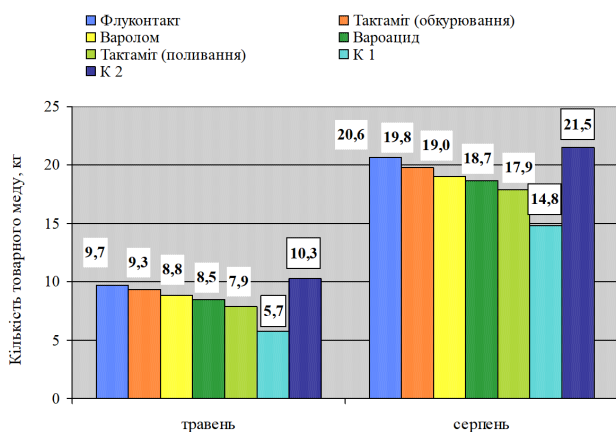


Рис. 2. Показники медозбору бджолосімей

Так, найбільшу кількість товарного меду було отримано від дослідних бджолосімей, яких лікували флуконактом. У травні цей показник склав $9,70 \pm 0,80$ кг, що на 41,24% ($P < 0,01$) більше порівняно з інвазованими бджолосім'ями (К 1) – $5,70 \pm 0,46$ кг. Однак цей показник був незначно меншим ($9,70 \pm 0,80$ кг), ніж у вільних від кліща сімей (К 2) – $10,30 \pm 0,66$ кг. У серпні кількість товарного меду зросла до $20,60 \pm 0,75$ кг, що на 28,16% ($P < 0,001$) більше, ніж у К 1 ($14,80 \pm 0,37$ кг).

Після застосування тактаміту шляхом обкурювання кількість одержаного меду впродовж травня–серпня була більшою на 38,71% ($P < 0,01$, $9,30 \pm 0,64$ кг) і 25,25% ($P < 0,001$, $19,80 \pm 0,93$ кг), ніж у К 1 та меншою на 9,71 і 7,91%, ніж у К 2.

Медова продуктивність бджолосімей, що обробляли вароломом, у травні зросла на 35,23% ($P < 0,001$, $8,80 \pm 0,41$ кг), а у серпні – на 22,11% ($P < 0,001$, $19,00 \pm 0,65$ кг) відносно показників К 1. Однак, порівняно з К 2 кількість отриманого меду від дослідних сімей була меншою на 14,56 та 11,63% ($P < 0,05$).

Після обробки бджолосімей вароацидом їх медова продуктивність впродовж експерименту виявилася більшою на 20,86–32,94% ($P < 0,01$... $P < 0,001$, $8,50 \pm 0,35$ – $18,70 \pm 0,60$ кг), ніж у К 1. Разом з тим, кількість отриманого меду від дослідних сімей залишалася меншою на 13,02–17,48% ($P < 0,05$... $P < 0,01$), ніж від К 2.

Найменшу кількість меду було отримано від бджолосімей, яким застосовували тактаміт шляхом дрібнокрапельного поливання. Водночас показники продуктивності були більшими у травні на 27,85% ($P < 0,05$, $7,90 \pm 0,62$ кг), а у серпні – на 5,59% ($P < 0,01$, $17,90 \pm 0,58$ кг) порівняно з К 1. Порівнюючи із показниками медової продуктивності, отриманої від здорових бджолосімей (К 2), можна зазначити, що вони були достовірно вищими у травні на 23,30% ($P < 0,05$) та у серпні – на 16,74% ($P < 0,01$), ніж у дослідних сімей.

Отже, проведеними дослідженнями доведена висока ефективність за вароозу бджіл акарицидних препаратів на основі флуметрину, що застосовували у вигляді смужок, та амітразу, що використовували шляхом обкурювання, де показники ефективності сягали 99,05–98,36%. Меншу ефективність (95,00–96,46%) встановлено при застосуванні акарицидів на основі тау-флувалінанту та амітразу у вигляді смужок та амітразу, що використовували шляхом дрібнокрапельного поливання. Водночас, згідно з дослідженнями окремих авторів, акарицидна дія флуваліанату та амітразу може сягати 97,0–100% за використання схеми багаторазового використання препарату впродовж року. Причому час “замирання 50% кліщів” (LT_{50}) за контакту з амітразом був менше ніж 30 хв, з флуваліанатом – 48 год (Njemkova et al., 2011; Domackij, 2018; Norain Sajid et al., 2019).

Також проведеними дослідженнями встановлено, що ефективність препарату залежить від способу його застосування. Так, використання емульсії тактаміту (ДР – амітраз) шляхом обкурювання виявилася ефективнішим на 3,41–6,59% (до $98,36 \pm 1,01\%$) порівняно із способом дрібнокрапельного поливання (до $95,00 \pm 5,00\%$). Хоча окремі автори пишуть про високу ефективність (100%) амітразу за дворазового застосування препарату Біпін шляхом дрібнокрапельного поливання (Ponomarenko et al., 2017).

Застосування акарицидних препаратів, згідно з отриманими даними, сприяло зростанню льотної ак-

тивності сімей та їх медової продуктивності, що, на нашу думку, пов'язано з оздоровленням бджолосімей від збудника вароозу та відновленням їхньої сили.

Висновки

За вароозу бджіл найефективнішими виявилися акарицидні препарати: у вигляді смужок – флуоконтат (ДР – флуметрин) та у вигляді емульсії – тактаміт (ДР – амітраз), який застосовували шляхом обкурювання. Їх ефективність сягала відповідно 99,05 та 98,36%. Меншу акарицидну дію проявили препарати: варолом (ДР – тау-флувалінант, смужки) – 96,46%, вароацид (ДР – амітраз, смужки) – 95,46% та тактаміт, що застосовували шляхом дрібнокрапельного поливання – 95,00%. Проведені лікувальні заходи сприяли зростанню льотної активності бджіл-збиральниць, а також збільшенню медопродуктивності бджолиних сімей.

Перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження обумовлюють необхідність розробки профілактичних заходів щодо застосування ефективних акарицидних препаратів за вароозу бджіл.

References

- Abdulai, A.M., & Abubakari, M. (2012). Technical efficiency of beekeeping farmers in Tolon-Kumbungu district of Northern region of Ghana. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 4(11), 304–310. doi: 10.5897/JDAE12.074.
- Akimov, I.A., Bedyk, S.V., & Zaloznaya, L.M. (2004). Complex analysis of morphological characters of gamasid mite *Varroa destructor* (Parasitiformes, Varroidae). *Vestnik Zoologii*, 38(5), 57–66. <http://www.v-zool.kiev.ua/pdfs/2004/5/07.pdf>.
- Arisov, M.V., & Arhipov, I.A. (2008). Metody opredeleniya jeffektivnosti insekticidov, akaricidov, reguljatorov razvitija i repellentov pri jektoparazitozah plotojadnyh zhivotnyh. *Rossijskij parazitologicheskij zhurnal*, 12(1), 81–97. doi: 10.31016/1998-8435-2018-12-1-81-97 (in Russian).
- Baxter, J., Eischen, F., Pettis, J., Wilson, W.T., & Shimanuki, H. (1998). Detection of fluvalinate-resistant *Varroa* mites in US honeybees. *American Bee Journal*, 138, 291.
- Boecking, O. & Genersch, E. (2008). Varroosis – the ongoing crisis in bee keeping. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 3, 221–228. doi: 10.1007/s00003-008-0331-y.
- Bogdanov, S., Kilchenmann, V., Imdorf, A., & Fluri, P. (1998). Residues in honey after application of thymol against varroa using the frakno thymol frame. *American Bee Journal*, 138, 610–611.
- Borodachev, A.V., Burmistrova, A.N., & Kas'janov, A.I. (2006). Metody provedeniya nauchno-issledovatel'skikh rabot v pchelovodstve. *Rybnoe: NIIP* (in Russian).
- Carreck, N., & Williams, I. (1998). The economic value of bees in the UK. *Bee World*, 79(3), 115–123. doi: 10.1080/0005772X.1998.11099393.
- Dahle, B. (2010). The role of *Varroa destructor* for honey bee colony losses in Norway. *Journal of apicultural research & bee world*, 49, 124–125. doi: 10.3896/IBRA.1.49.1.26.
- Davies, T.G., Field, L.M., Usherwood, P.N., & Williamson, M.S. (2007). DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life*, 59, 151–162. doi: 10.1080/15216540701352042.
- Domackij, A.N. (2018). Jeffektivnost' akaricidov pri varroatoze. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 7 (73), 61–64. doi: 10.23670/IRJ.2018.73.7.011 (in Russian).
- Elzen, P.J., Baxter, J.R., Spivak, M., & Wilson, W.T. (2000). Control of *Varroa jacobsoni* Oud. resistant to fluvalinate and amitraz using coumaphos. *Apidologie*, 31, 437–441. doi: 10.1051/apido:2000134.
- Grobov, O.F., Ivanov, Ju.A., Sotnikov, A.N., Shabl'ij, M.Ja., Migal'atjuk, E.M., & Obuhov, M.L. (1981). Metodicheskie rekomendacii po izucheniju preparatov i sposobov bor'by s varroatozom pchel. Moscow: VASHNIL (in Russian).
- Korta, E., Bakkali, A., Berrueta, L.A., Gallo, B., Vicente, F., Kilchenmann, V., & Bogdanov, S. (2001). Study of acaricide stability in honey. Characterization of amitraz degradation products in honey and beeswax. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(12), 5835–5842. doi: 10.1021/jf010787s.
- Lee, H., Sumner, D.A., & Champetier, A. (2019). Pollination Markets and the Coupled Futures of Almonds and Honey Bees: Simulating Impacts of Shifts in Demands and Costs. *American Journal of Agricultural Economics*, 101(1), 230–249. doi: 10.1093/ajae/aay063.
- Masuku, M.B. (2013). Socioeconomic analysis of beekeeping in Swaziland: A case study of the Manzini Region, Swaziland. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 5, 236–241. doi: 10.5897/JDAE2013.002.
- Nazzi, F., & Le Conte, Y. (2016). Ecology of *Varroa destructor*, the major ectoparasite of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Annual Review of Entomology*, 61, 417–432. doi: 10.1146/annurev-ento-010715-023731.
- Njemkova, S.M., Maslij, I.G., Desjatnykova, O.V., & Stupak, L.P. (2011). Kontroljuvannja pojavy populjacij klishha *Varroa destructor* rezystentnyh do syntetychnykh pyretroi'div na pasikah Ukrainy. *Veterynarna medycyna*, 95, 378–380 (in Ukrainian).
- Norain Sajid, Z., Aziz, M.A., Bodlah, I., Rana, R.M., Ghramh, H.A., & Khan, K.A. (2019). Efficacy assessment of soft and hard acaricides against *Varroa destructor* mite infesting honey bee (*Apis mellifera*) colonies, through sugar roll method. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 1–7. doi: 10.1016/j.sjbs.2019.04.017.
- Ponomarenko, A.M., Ponomarenko, O.V., & Gavryl'jev, A.V. (2017). Efektyvnist' suchasnyh preparativ u borot'bi z varoozom bdzhil. *Problemy zooinzhenerii ta veterynarnoi' medycyny*, 34(2), 299–304 (in Ukrainian).

- Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 96–119. doi: 10.1016/j.jip.2009.07.016.
- Vanengelsdorp, D., & Meixner, M.D. (2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(1), S80–95. doi: 10.1016/j.jip.2009.06.011.
- Wallner, K. (1999). Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie*, 30, 235–248. doi: 10.1051/apido:19990212.
- Yefimenko, T.M. (2013). Varoos bdzhil ta zahody znyzhennja jogo shkodochynnosti. *Pasika*, 4, 14–15 (in Ukrainian).