



**НАЦІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ
НАУК УКРАЇНИ**



**НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ
ЦЕНТР «ІНСТИТУТ
БДЖІЛЬНИЦТВА ІМЕНІ
П.І. ПРОКОПОВИЧА»**



**ФУНДАЦІЯ
ЖІНОК ПАСІЧНИЦЬ**

**Матеріали
науково-практичної конференції з
міжнародною участю
БДЖІЛЬНИЦТВО УКРАЇНИ:
виклики військового часу та
міжнародний досвід**

**Abstract book
For scientific and practical conference with
international participation**

**BEEKEEPING OF UKRAINE:
challenges of wartime and international experience**

**18 серпня 2023
18 August 2023**

БДЖІЛЬНИЦТВО УКРАЇНИ: виклики військового часу та міжнародний досвід: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю (м. Київ, 18 серпня 2023).

Викладено матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «**БДЖІЛЬНИЦТВО УКРАЇНИ: виклики військового часу та міжнародний досвід**», в яких висвітлено результати дослідження з найбільш важливих напрямів розвитку галузі бджільництва, яка відбулася 18 серпня 2023 р.

Посвідчення про реєстрацію: № 344 від 10 серпня 2023 р.

Відповідальність за зміст і достовірність публікації несуть автори наукових доповідей і повідомлень.

© НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІНСТИТУТ БДЖІЛЬНИЦТВА ІМЕНІ
П.І. ПРОКОПОВИЧА», 2023

ЗМІСТ

<i>Mishchenko O., Lytvynenko O., Bodnarchuk G., Romanenko L., Kryvoruchko D., Afara K. COLLECTING ACTIVITY OF BEES DEPENDING ON THE NUMBER OF BROOD</i>	<i>5</i>
<i>Fursov V.N ., Priyatenko V.Ya POSITIVE EFFECT OF INNOVATIVE CONSTRUCTION OF THREE-STOREY VASYL PRIYATELENKO'S BEEHIVE ON DEVELOPMENT, HEALTH AND PRODUCTIVITY OF HONEYBEE COLONIES.....</i>	<i>9</i>
<i>Діденко В.І., Костіков І.Ю. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ В УКРАЇНІ.....</i>	<i>14</i>
<i>Дінець А.В., Давидова Г.І., Гоцька С.М. АПІФІТОКОМПОЗИЦІЇ ЯК ДОДАТКОВИЙ КОМПОНЕНТ В КОМПЛЕКСНІЙ ТЕРАПІЇ МЕТАБОЛІЧНИХ РОЗЛАДІВ</i>	<i>20</i>
<i>Єфіменко Т.М., Односум Г. В., Воробій О.А., Коваленко І.А .ВПЛИВ ШТУЧНО-СТВОРЕНОГО БЕЗРОЗПЛІДНОГО ПЕРІОДУ НА ПРОЯВ МІШЕЧКУВАТОГО РОЗПЛОДУ В БДЖОЛИНИХ СІМ'ЯХ, ХВОРИХ НА МІШЕЧКУВАТИЙ РОЗПЛІД</i>	<i>22</i>
<i>Лазарева Л. М., Акименко Л. І. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МЕДУ З ГРЕЧКИ 2020-2022 РОКІВ</i>	<i>24</i>
<i>Литвиненко В.М. ПРЕВЕНТИВНО-ДІАГНОСТИЧНІ ЗАХОДИ ГНИЛЬЦЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ.....</i>	<i>27</i>
<i>Нікітіна Л.М., Засекін Д.А., Постоєнко В.О. ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТОК ДІОКСИДУ ЦЕРІУ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ БДЖІЛ</i>	<i>29</i>
<i>Односум Г.В., Єфіменко Т.М. СТАТЕВИЙ ШЛЯХ ПЕРЕДАЧІ ЗБУДНИКА МІШЕЧКУВАТОГО РОЗПЛОДУ У БДЖІЛ</i>	<i>31</i>
<i>Рівіс Й. Ф., Постоєнко В.О., Стадницька О. І., Саранчук І. І., Клим О. Я., Дяченко О. Б., Шелевач А. В., Гопаненко О. О. ВАЖКІ МЕТАЛИ І</i>	

НЕНАСИЧЕНІ ЖИРНІ КИСЛОТИ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЯЙЦЕКЛАДКИ БДЖОЛИНИХ МАТОК	33
<i>Папп В.В., Керек С.С., Кірман-Байза А. А., Керек П. М., Мерцин І. І.</i>	
СТВОРЕННЯ СУЦІЛЬНОГО МАСИВУ ЧИСТОПОРОДНИХ КАРПАТСЬКИХ БДЖІЛ	38
<i>Язловицька Л.С., Сачко А.В., Караван В.В., Кравчук В.І.</i>	
ВМІСТ ОКРЕМИХ БІОМЕТАЛІВ У ОРГАНІЗМІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ПІСЛЯ ЗИМІВЛІ НА КОРМАХ З ДОДАВАННЯМ ПРЕПАРАТУ «АПІПЛАЗМА».....	43

COLLECTING ACTIVITY OF BEES DEPENDING ON THE NUMBER OF BROOD

Mishchenko O.^{1.}, Head of the laboratory *e-mail:* honey72@i.ua

Lytvynenko O.^{1.}, PhD in Biological science; **Bodnarchuk G.^{1.}**, PhD in agricultural sciences; **Romanenko L.^{1.}**; **Kryvoruchko D.^{2.}**, PhD in

Veterinary sciences; **Afara K.³**

¹*National Scientific Centre «Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich», Kyiv, Ukraine*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

³*Ukrainian Society for the Protection of Birds, Kyiv, Ukraine*

Introduction. For the development of bee colonies, it is of great importance to provide them with a sufficient amount of nutritious food, in particular proteins. The source of protein for bees is bee pollen and bee bread. They contain all amino acids, fats, carbohydrates, minerals [1, 2].

The consumption of protein feed by bees is closely related to the rearing of brood and the development of the colony. It is generally accepted that a bee colony spends from 0,9 to 1,5 kg of bee pollen to raise one kilogram of bees (about 10 000 individuals) [3,4].

In favorable weather and the presence of flowering plants, bees constantly replenish its stocks. But if the collection of fresh bee pollen is disturbed, and the bee bread in the nest is used up, the colony experiences protein starvation. Due to the lack of protein feed, colonies reduce or completely stop rearing the brood, reduce the rate of development and honey collection, do not build combs, bees are more affected by *Varroasis apium* and other diseases, and die earlier. In terms of the effect on the development of bees, bee bread can't be replaced by any other feed [5, 6, 7].

The goal was to determine the influence of the quantitative level of protein feed intake in the development of bee colonies.

Materials and methods of research. The research was conducted on the basis of the experimental apiary of National Scientific Centre «Institute of Beekeeping named after P.I. Prokopovich». Bee colonies of the Ukrainian steppe breed were kept in typical 20-framed hives and had the same care conditions. When studying this issue, the strength of

colonies, the number of grown offspring and stocks of protein feed were taken into account. The accounting began from the moment of flow of the fresh bee pollen (beginning of April) and lasted until the end of August. In total, 75 bee colonies of different strength were analyzed. The amount of pollen flow during the active season was studied on bee colonies that had pollen traps permanently installed. At the end of the working day, the bee pollen was collected and weighted.

The amount of the bee bread and capped brood was measured using a grid frame with the size of 5x5 cm squares. For the convenience of measuring the bee bread, considering that it does not always occupy large continuous areas, the grid frame was additionally divided into smaller squares 2,5x2,5 cm. Studying the dynamics of bee bread accumulation during the active season, measurements were conducted at 12 day intervals.

The flight activity of bees-pollen collectors was studied in triplicate on bee colonies in favorable weather by counting the bees that returned to the hive with bee pollen in 5 min.

The research was conducted in accordance with the provisions of «General ethical principles of experiments on animals», adopted by the First National Congress of Bioethics [8] and «European Convention for the Protection of Animals used for Experimental and other Scientific Purposes» [9].

The tasks set in the study were solved with the help of zootechnical (growth accounting, the strength of the bee colony) and statistical (biometric data processing) methods of research. Biometric data processing was conducted on PC with the help of MS Excel software with the use of built-in statistical functions.

The results of research. A study was conducted on the amount of the bee bread in the bee colonies during the active season. A comparison of the average characteristics of brood rearing depending on the amount of the bee bread in the colonies of different strength is presented in the diagram (Fig. 1).

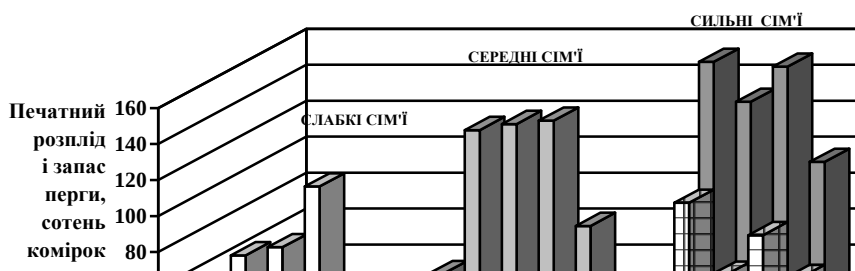


Fig. 1. Dynamics of the average characteristics of brood rearing and bee bread stocks

As can be seen from the diagram (Fig. 1), the largest amount of the bee bread stocks in the colonies of different strength during the season is observed in May, June, July, the smallest – in April.

The characteristics of the collecting activity of bees depending on the number of brood was studied. In our experiments it was found that bees demonstrate the highest collecting activity when there is a shortage of protein food and in the presence of the large amounts of open brood in the nest (Table 1).

Table 1. The characteristics of the collecting activity of bees depending on the number of brood

Characteristics	May		June		July	
	Open brood, hundreds of cells	% of bees with bee pollen, $M \pm m$	Open brood, hundreds of cells	% of bees with bee pollen, $M \pm m$	Open brood, hundreds of cells	% of bees with bee pollen, $M \pm m$

Bee colony №10	89	55,2±3,73	128	70,3±4,15	111	39,7±3,01
Bee colony №8	75	46,3±3,34	90	48,1±3,24	86	36,5±2,65
Bee colony №22	44	24,4±1,98	38	27,7±1,68	60	29,8±2,03

Conclusions. In experimental conditions, it was established that the best conditions for brood rearing and creating the bee bread stocks are present in strong bee colonies. In order to obtain the trade bee bread, the strong bee colonies should be kept and its collection should be conducted in May-July, since its largest stocks are observed in these months.

Characteristics of bee pollen collecting activity by bees are directly dependent: the greater the number of brood reared in bee colonies, the greater is the bee pollen flow. With the increase in the number of brood the stocks of bee bread decrease and bees increase their collecting activity.

LITERATURE

1. Brodschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3), P. 278–294. doi:10.1051/apido/2010012
2. Campana, B. J., & Moeller, F. E. (1977). Honey bees: Preference for and nutritive value of pollen from five plant sources. *Journal of Economic Entomology*, 70(1), P. 39–41. doi:10.1093/jee/70.1.39
3. Nicolson, S. W. (2011). Bee food: The chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two: Review article. *African Zoology*, 46(2), P. 197–204. doi:10.3377/004.046.0201
4. Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Афара К.Д., Криворучко Д.І. Установлення впливу кількісного рівня надходження пилку на розвиток бджолиних сімей та ефективність використання медозбору. *Бджільництво України*. 2020. Випуск 5. С. 37–41. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2020.5.07
5. Броварський В. Д. Вплив висушування на якість перги / [В. Д. Броварський, А. Й. Колесник, С. М. Величко та ін.] – Житомир : Житомирський національний агроєкологічний університет. – Наук.-теор. зб. «Вісник ЖНАЕУ». – № 2 (44) – Т. 3. – 2014. – С. 205–209.
6. Броварський В. Д. Штучний стільник для виробництва перги / В. Д. Броварський, С. М. Величко, Я. Бріндза [та ін.] // Патент на корисну модель № u 2011 15417. – 2011. – 6 с.

7. Пшеславський А. Перга / А. Пшеславський [пер. російською]. – К. : Редакція журналу «Дім, сад, город», 2010. – Бібліотека «Пасіка». – № 4. – 80 с.
8. Резніков О. Г. Загальні етичні принципи експериментів на тваринах. Перший національний конгрес з біоетики. Ендокринологія. 2003. Т. 8, № 1. С. 142–145.
9. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. – Council of Europe, Strasbourg, 1986. – 53 p.

POSITIVE EFFECT OF INNOVATIVE CONSTRUCTION OF THREE-STOREY VASYL PRIYATELENKO'S BEEHIVE ON DEVELOPMENT, HEALTH AND PRODUCTIVITY OF HONEYBEE COLONIES

Fursov V.N¹, senior researcher, e-mail: ufensia@gmail.com

Priyatelenko V.Ya², private entrepreneur, priyatelenkovulik@gmail.com

¹*I.I.Schmalhausen Institute of Zoology of National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv, Ukraine.*

²*Private Beekeeping Enterprise, Zherdova vill., Kyiv District, Ukraine.*

ABSTRACT. Peculiarities of application, structure and construction of modified 3-storey beehive of Vasyl Priyatelenko are described in detail. *The aim of study:* 1) To test the efficiency and productivity of innovative construction of Vasyl Priyatelenko's beehive; 2) To test and develop efficient beekeeping technology on the base of application of Vasyl Priyatelenko's beehive; 1) To describe the peculiarities of healthy beehive.

Material and methods. Original, innovative construction of Vasyl Priyatelenko's beehive has been tested in the private apiary near Kyiv (Ukraine) during 11 years (2012–2023). Forty beehives with 40 bee colonies (Ukrainian steppe race) were used for this study. Three modifications of the hive with original Priyatelenko's comb frames have been designed and elaborated. Original construction of Priyatelenko's comb frames with unique 'n'-shaped cross-section metal top bars was described and presented in several publications and meetings [1–9]. The beehive has the Ukrainian Patent №64536 and was registered on 10.11.2011 [1].

The influence of various details of the hive designed by Vasyl Priyatelenko and frames with a metal upper bar on various aspects of the life of a honey bee colony in the hives was studied: 1) on the intensity of development of the bee colony; 2) the use of "natural supersedue" queen replacement in bee colonies; 3) swarming intensity and swarm size; 4) to change the ventilation of the bee hive and bee colony during hot periods of honey collection and during cold periods of wintering; 5) on the intensity and method of storage of nectar and honey within; 6) on the volume of honey collection; 7) on the intensity of infection with Varroa mite and methods of treatment; 8) on wintering conditions and exit from overwintering.

Results. Eleven years of tests and observations showed us that tested model of beehive is close to the natural construction of the honeybee nest in a tree hollows and it allows the bee colony to develop in a natural way. We propose and describe here the original algorithms, or so called formula of the natural honeybee nest that is applied in Vasyl Priyatelenko's beehive.

This innovative beehive has the following characteristics: 1) three movable storeys with a removable stand and roof; 2) shallow bottom body and a deeper central hive body which act as brood chambers, and a shallow standard upper super for storage of the honey; 3) solid metal 'n' cross-section top bars on the frames; 4) the bee space between the frames in the storeys both below and above the middle box is absent or only 3,0 mm; 5) the top bars of the frames in the super are covered with a transparent plastic or metal sheet; 6) no bee space between the top bars of the super frames and the plastic or metal cover sheet; 7) cross-ways positioning of narrow-wide frames that are set across, i.e. at right angles, to frames of other chamber; 8) the presence of integral beeswax connection of all the combs inside the honeybee nest; 9) free movement of all the individuals of the honey bee colony inside the nest; 10) the distance between the centers of two neighboring honeycombs is 37,0 mm; 11) the spacing between the honeycomb and side wall of beehive body is 7,5 mm; 12) the honey super is covered with a standard wooden roof.

Three original modifications of the hive designed by V. Priyatelenko were developed, manufactured and tested: 1) a hive of 3 bodies with 24 Priyatelenko's frames (8+8+8 frames in 3 chambers) includes: lower body

– 8 square Priyatelenko's frames, size 265 mm X 265 mm; the middle body – 8 Ukrainian narrow-high frames, 300 mm wide X 435 mm high, and the upper body – 8 square Priyatelenko's frames, 265 mm X 265 mm in size; 2) hive of 3 bodies with 28 frames (8+12+8 frames in 3 chambers) includes: lower body – 8 low-wide Root's frames, 435 mm wide X 230 mm high; the middle body – 12 Ukrainian narrow-high frames, 300 mm wide X 435 mm high, and the upper body – 8 low-wide Root's frames, with dimensions 435 mm wide X 230 mm high; a hive of 3 bodies with 28 frames (8+12+8 frames in 3 chambers) includes: lower body – 8 low-wide of Dadant's frames, 435 mm wide X 300 mm high; the middle body – 12 Ukrainian narrow-high frames, 300 mm wide X 435 mm high, and the upper body – 8 low-wide Dadant's frames, with dimensions 435 mm wide X 300 mm high. All frames in the storeys have been modified, with a "n"-shaped metal plate instead of a wooden top bar.

The bottom chamber of the 1st type of Vasyi Priyatelenko's beehive has 8 modified Dadant frames with metal 'n'-shaped cross-section top bars, and wooden side and bottom bars. The central brood body has 12 frames, again with the unique metal top bars, and wooden side and bottom bars. The honey super has 8 standard wooden Dadant frames or with metal 'n'-shaped cross-section top bars. Instead of the frames in each box being aligned, the bottom frames and those in the honey super are parallel with the hive entrance, with the frames in the central chamber placed crosswise.

Eleven years of tests confirmed that the beekeeping technology on the base of Priyatelenko's beehive consists following steps. The honeybee colony (either a captured swarm or package bees) is initially hived inside a large brood box, or a single deep body, with 12 narrow-high removable comb frames to which is attached a removable floor and roof. To further the colony's development two additional storeys with 8 narrow-high comb frames are applied. One storey is set on the hive floor as the first, i.e. bottom hive box, and it allows the brood nest to expand downwards. The middle box consists of 12 narrow-high comb frames, on top of which is added the upper super storey with 8 narrow-high frames which are used for the storage and harvesting of honey. So far, all the seasonal needs of the bee colony are regulated through the use of the top and bottom hive bodies. All together, 28 hive frames used artificial beeswax foundation with size of 410 mm x 260 mm. The special construction of the frame itself is

innovational. The upper part of the frame (top bar) is unique in being made of metal with 'n'-shaped cross-section with the sides being 7,0 mm x 7,0 mm. Artificial wax foundation with standardized size of 410 mm x 260 mm is attached to the groove of the metal bar. The frames of original design have very small transverse dimensions for both the upper and lower parts. For the bottom bars, wooden strips with a cross-section size of 80 mm x 80 mm are used.

It is noted that when operating in the hive designed by V. Priyatelenko, ventilation improves and humidity decreases due to: 1) the presence of dense insulation of the upper body with a silicone plate (plastic); 2) condensation of moisture drops on the plastic on the upper case; 3) use of propolis water from the hive; 4) partly excess moisture can be taken out of the hive with a box of sawdust placed in a narrow stand (10 cm high) under the lower body of the hive. The design of Vasyl Priyatelenko's hive ensures less labor and time spent on servicing the entire apiary and each hive separately due to: 1) no need for regular inspection of the hive and bee colony, rearranging the frames and searching for queens on the frames; 2) the possibility of a quick inspection of the hive and the visibility of the built-up combs and the bees themselves through a transparent "viewing" silicone plastic covering the upper body of the hive.

Conclusion. It has been established that the presence of hive bodies with modified comb frames installed crosswise and without bee space between the bodies makes it possible to combine the hive into a single solid nest, which creates a single architectural structure in the hive in the form like in a natural tree hollow. It has been noted a positive influence of different parts of Vasyl Priyatelenko's beehive on various aspects of the life of a colony of honey bees in the hives: 1) the intensity of development and the rapid growth of the bee colony in the spring increases; 2) there is usually a "natural supersedue" replacement of queens in bee colonies; 3) the intensity of swarming and the size of swarms decreases (swarms weighing up to 100-200 grams); 4) ventilation of the beehive and bee colony is improved; 5) nectar is brought into the upper honey-collecting bodies from the bottom of the frames, and the frames with honey are sealed by bees from below, and not, as usual, from above the frames; 6) the presence of metal parts of the frames ensures their stability and efficient use by bees of clean, propolised, condensed water inside the hive; 7)

infection with Varroa mite and diseases is reduced due to the use of propolised water from the hive; 8) wintering of bee colonies is successful for 99% of hives due to the use of honey in a narrow-high framework and a whole original hive design; 9) tests have shown that this structure of the hive provides a reduction in labor costs for their maintenance, a healthier condition of bee colonies and the volume of honey collection from one hive to 50-60 kg of honey without wandering.

Literature

1. Priyatenko V.Ya. Patent for the model № 64536 named —Beehive of V.Ya.Priyatenko, registrated in the State Registry of Patents of Ukraine on 10.11.2011, Kiev, Ukraine.
2. Priyatenko V.Ya., Iliencko E.V., Fursov V.N. A Ukrainian beehive which allows the bees to build a nest as they would in a hollow tree. – The Beekeepers Quarterly (Liverpool, UK). – 2013. – Vol. 113, September. – P.32-38.
3. Priyatenko V.Ya, Fursov V.N., Iliencko E.V. The new convenient design of frames in the innovative bee hive of the Ukrainian beekeeper Vasyl Priyatenko. – The Beekeepers Quarterly (UK, Halifax), 2014, № 118, December, P.44-47. (in English)
4. Priyatenko V.Ya, Iliencko E.V., Fursov V.N. Unique three-storey beehive with modified frames with “n”-shaped top bars and effect of a hollow tree. – Poster at 43-d International Apicultural Congress APIMONDIA (September 29th – October 4th, 2013). – Kyiv, Ukraine, 2013. – P. 365. (in English)
5. Priyatenko V.Ya, Fursov V.N., Iliencko E.V. Innovative technology of healthy beekeeping on the base of modified three-storey Priyatenko’s beehive and unique frames with ‘n’-shaped top bars. – Proceedings of 4-th International Mugla Beekeeping & Pine Honey Congress concurrently with 20-th APISLAVIA Beekeeping Congress, Mugla, Turkey, 05-09.XI.2014. – Oludeniz, Mugla, Turkey, 2014. – P.39-42.
6. Priyatenko V.Ya, Fursov V.N., Iliencko E.V. Efficiency of application of a three-storey Vasyl Priyatenko’s beehive constructed on the base of study of the biology of honey bees and the structure of its natural nest. – Proceedings of Scientific-Practical Conference in the memory of famous scientist-entomologist Prof. M.P. Dyadechko, December 10-12, 2014. – National University of Bio-resources and Nature Use, Kyiv, Ukraine, 2014. – P.109-111.
7. Priyatenko V.Ya, Fursov V.N., Iliencko E.V. Modified three-storey Priyatenko’s beehive with unique frames. // International scientific Conference, devoted to 25-th anniversary of P.I.Prokopovich Institute of Beekeeping “Scientific works of P.I.Prokopovich: basis of rational beekeeping and 200-th years anniversary of invention of framed beehive”. – Proceedings of scientific papers of P.I.Prokopovich Institute of Beekeeping, Kyiv, Ukraine, 2015, Vol.1. – P.15-20.
8. Priyatenko V.Ya., Fursov V.N., Iliencko E.V. Effective Vasyl Priyatenko's three-storey beehive with unique frames. – Abstracts of 44-th International Beekeeping

Congress “Apimondia”, Daewon, South Korea, 15-20. September, 2015. – 2015, p.253-254.

9. Priyatelenko V.Ya., Fursov V.N., Iliencko E.V. How to reveal the enigma of structure of natural honeybee nest and apply the solution to create effective beehive for the modern apiary? – Abstracts of 44-th International Beekeeping Congress “Apimondia”, Daewon, South Korea, 15-20. September, 2015. – 2015, p.167.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ В УКРАЇНІ

Діденко В.І., PhD, учений секретар, vitaliadidenko14@gmail.com
Костіков І.Ю^{1,2}, доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник лабораторії методів якості та безпечності продукції бджільництва; експерт

¹Національний науковий центр «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича»;

²Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Київ, Україна

Вступ. Бджола медоносна (*Apis mellifera* L.) — вид медоносних бджіл, що належить до класу комах (Insecta), ряду перетинчастокрилих (Hymenoptera), родини справжніх бджолиних (Apidae) [1]. Свійська комаха, стратегічний запилювач квіткових рослин. Бджола медоносна й шовкопряд шовковичний — єдині комахи, яких вдалося одомашнити людині. Бджіл людина стала використовувати за часів пізнього палеоліту, десять-п'ятнадцять тисяч років тому. В Україні достовірні відомості про розвиток бджільництва, бортництва зокрема, наявні з часів Київської Русі [2].

За літературними даними, вид *A. mellifera* наразі нараховує 28-35 таксономічно валідних підвидів, які представлені численними локальними популяціями, географічними расами, природними гібридогенними операційними таксономічним одиницями та селекційними породами [3, 4]. Принаймні, ареали трьох підвидів охоплюють Україну (*A. mellifera sossimai*, *A. mellifera carpatica*, *A. mellifera mellifera*). Ареали ще кількох (*A. mellifera macedonica*, *A. mellifera artemisia*, *A. mellifera taurica*) охоплюють незначні частини території нашої держави і не є масово поширеними в Україні.

Висока фенотипна пластичність, різні господарські якості, селекційна робота постійно вимагають розробляти та вдосконалювати методи та підходи до пізнання генетичної різноманітності медоносної бджоли та дискримінації операційних таксономічних одиниць внутрішньовидових рангів, починаючи від підвидів і закінчуючи локальними популяціями та породами і гібридами.

Матеріал і методи. У ході виконання роботи для поточення поширення підвидів медоносної бджоли в Україні використовували ретроспективний аналіз, моніторингові спостереження, молекулярно-генетичний аналіз та пілотні польові експерименти.

Результати. Для індивідуальної ідентифікації чи типіфікації підвидів медоносних бджіл застосовуються морфологічні, біохімічні, молекулярно-генетичні групи методів [5].

До морфологічних методів належать: морфологічний аналіз [3], морфометрія крила, включаючи класичну морфометрію кутів між жилками, дискримінантний аналіз DAWINO, морфометрія геометрії крила, морфометрія на основі комп'ютерних ресурсів, наприклад, MorphoXL. Роботи, що стосуються морфологічних досліджень медоносних бджіл, широко представлені українськими дослідниками [6].

Біохімічні методи, що застосовуються для ідентифікації (електрофоретичне визначення спектру аллозимів: малат дегідрогеназа MDH1, НАДФ-малік ензим ME, естераза ECT-3, лужна фосфотаза APL, фосфоглюкомутаза PGM, гексокіназа HK) [7], значного застосування в Україні не здобули.

Молекулярно-генетичні дослідження базуються на аналізі мітохондріальної ДНК (рестрикційний аналіз RFLP, аналіз випадково ампліфікованих фрагментів RAPD, аналіз поліморфних сайтів (SNP) секвованих маркерних послідовностей, аналіз повногеномної мтДНК) та ядерної ДНК (RFLP, RAPD, повногеномний аналіз, аналіз кількості мікросателітних коротких повторів, що ампліфікуються специфічними праймерами – STR). В Україні такі дослідження не повні та фрагментарні. Зокрема, протягом останнього десятиліття при дослідженні медоносних бджіл застосовувався аналіз випадково ампліфікованих фрагментів (RAPD-PCR) мітохондріальної ДНК [8-10]. Слід зазначити, що цей метод придатний лише для порівняльного

аналізу в межах однієї вибірки, оскільки на різних вибірках відтворюваність ідентичних спектрів низька. Крім цього методу, широкого застосовується аналіз поліморфних сайтів маркерних генів, зокрема CoI, CoII та інтергеномного спейсеру IGS CoI-CoII, що є популярними сучасними молекулярно-генетичними ідентифікаторами підвидів та екотипів *A. mellifera*. Наприклад, для прояснення походження карпатської бджоли та розроблення молекулярних методів її ідентифікації українськими дослідниками було здійснено розшифрування та порівняння первинної нуклеотидної послідовності ділянки CoI-CoII мітохондріального геному карпатської бджоли та представників кількох інших підвидів *A. mellifera*. У дослідженій ділянці було виявлено мутацію, характерну для карпатської бджоли та встановлено, що вона походить від центральноєвропейського підвиду *A. mellifera carnica* і являє собою екотип, який виник внаслідок просування цього підвиду на схід з утворенням карпатських популяцій медоносної бджоли [11]. При дослідженні послідовностей CoI ділянки мтДНК авторами виявлені специфічні мутації, які дозволяють розрізняти українські аборигенні породи медоносних бджіл [12]. При аналізі іншої нуклеотидної послідовності CoII ділянки мтДНК дослідниками показано, що виявлені у цьому гені специфічні мутації також дозволяють розрізняти українські аборигенні породи *A. mellifera* [13]. Незважаючи на те, що у послідовності мтДНК є інші маркерні ділянки, які є інформативними: ND2, ND4, ND4L, ND5, ND6, CoIII і коректно відтворюють філогенію та можуть бути застосовані для диференціації підвидів [14], українськими дослідниками їх аналіз не проводився. Наразі широкого застосування набуває метод повногеномного аналізу мтДНК, наприклад на платформах NGS [15, 16]. Серед недоліків цього методу є його висока вартість, оскільки браузері для збірки контігів є дуже дорогими, секвенування на платформах NGS може бути здійснена лише на партнерських умовах разом з зарубіжними колегами. Тому, очевидно, що такі дослідження українськими вченими не проводились. Наразі, повні сіквенси мт-геномів отримані для близько двох десятків підвидів медоносних бджіл з понад трьох десятків існуючих. Щодо молекулярно-генетичних досліджень ядерної ДНК, найбільш популярним універсальним маркером для типування, ідентифікації та

типифікації у таксономії різних груп еукаріот є внутрішні спейсери, що транскрибуються кластеру ядерних рибосомальних генів (ITS1, ITS2). Проте, в ентомології ці послідовності не використовуються, хоча є перспективними. Серед робіт українських вчених є єдине дослідження, що стосується результатів аналізу поліморфізму 5S рДНК двох селекційних рас Рахівської та Говерла карпатських бджіл, які, на думку авторів, представляють місцевий екотип підвиду *A. mellifera carnica* [17]. Авторами встановлено, що геноми двох досліджених рас карпатської породи медоносних бджіл та наявний у Genbank зразок *A. mellifera carnica* відрізняються за наборами таких варіантів. Отримані результати свідчать про високий внутрішньо- та міжгеномний поліморфізм 5S рДНК у *A. mellifera carnica* [17]. Повногеномний аналіз ядерної ДНК на платформах NGS для типифікації та ідентифікації (як таксономічної, так і індивідуальної) медоносних бджіл наразі не застосовується, що може виявитись перспективним в майбутньому.

Висновки. Таким чином, молекулярно-генетичні дослідження автохтонних українських медоносних бджіл є фрагментарними і не закінченими та потребують подальшого розвитку.

Література

1. Ghisbain G., Rosa P., Bogusch P., Laminio S.F., Divelec R.L.E., Dorchin A., Kasperek M., Kuhlmann M., Litman J., Mignot M., Müller A., Praz C., Radchenko V.G., Asmont P.R., Isch S.R., Roberts S.P.M., Mit J.A.S., Wood T.J., Michez D., Everté S.R. The new annotated checklist of the wild bees of Europe (Hymenoptera: Anthophila). Zootaxa. 2023. Vol. 5327. №. 1. P. 1-147. DOI [10.11646/zootaxa.5327.1.1](https://doi.org/10.11646/zootaxa.5327.1.1)
2. Харчук Л.М., Боднарчук Г.Л., Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Романенко Л.І. Бортництво Полісся – минуле і сучасне. Бджільництво України. 2023. № 10. С. 69-76. DOI [10.46913/beekeepingjournal.2022.10.09](https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.10.09)
3. Ruttner F. Biogeography and Taxonomy of Honey Bees. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. 288 p.
4. Engel M.S. The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera: Apidae; Apis). J. Hym. Res. 1999. V. 8. P. 165–196.

5. Meixner M.D., Pinto M.A., Bouga M. et al. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. J. Apic. Res. 2013. V. 52, № 4. DOI 10.3896/IBRA.1.52.4.05
6. Папп В.В., Керек С.С. Ефективність цілеспрямованих доборів при типовому та лінійно-комбінативному розведеннях карпатських бджіл типу Синевир. Бджільництво України. 2022. № 9. 87-91. DOI [10.46913/beekeepingjournal.2022.9.12](https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.12)
7. Bouga M., Alaux C., Bienkowska M., Büchler R., Carreck N.L., Cauia E., Chlebo R., Dahle B., Dall'Olio R., De la Rúa P., Gregorc A., Ivanova E., Kence A., Kence M., Kezic N., Kiprijanovska H., Kozmus P., Kryger P., Le Conte Y., Lodesani M., Murilhas A.M., Siceanu A., Soland G., Uzunov A., Wilde J. A review of methods for discrimination of honey bee populations as applied to European beekeeping. J. Apic. Res. 2011. 50(1): 51-84 DOI 10.3896/IBRA.1.50.1.06
8. Метлицька О.І., Поліщук В.П., Таран С.І. Застосування методів морфометрії та молекулярно-генетичної оцінки при визначенні чистопородності українських бджіл. Біологія тварин. 2010. Том 12, №1. С. 254–259.
9. Метлицька О.І., Поліщук В.П., Головецький І.І., Лосєв О.М. Генетичні критерії чистопородності і особливості популяційної структури бджіл української породи. Наукові доповіді НУБіП. 2012. №8 (30). http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_1/12moi.pdf
10. Метлицька О., Ковтун С., Палькіна М. ДНК-паспортизація порід бджіл України в системі збереження і вдосконалення їх генофонду. Вісник аграрної науки. 2015. Том 93, № 7. С. 39-43. DOI 10.31073/agrovisnyk201507-08
11. Череватов О.В., Панчук І.І., Керек С.С., Волков Р.А. Молекулярне різноманіття спейсерної ділянки CoI-CoII мітохондріального геному та походження Карпатської бджоли. Цитологія і генетика. 2019. Том 53, № 4. С. 13-19. DOI 10.3103/S0095452719040030
12. Череватов О.В., Мельник Є.О., Волков Р.А. Поліморфізм гена COI у медоносних бджіл з різних регіонів України. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2020. Том 18, № 1–2. С. 22-28. DOI 10.7124/visnyk.utgis.18.1-2.1351

13. Череватов О.В., Рошка Н.М. Поліморфізм Ділянки СоII Медоносних бджіл західних регіонів України. Біологічні системи. 2020. Т. 12. Вип. 2. С. 174-179. DOI 10.31861/biosystems2020.02.174
14. Bouga M., Harizanis P.C., Kiliyas G., Alahiotis S. Genetic divergence and phylogenetic relationships of honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) populations from Greece and Cyprus using PCR – RFLP analysis of three mtDNA segments. Apidologie. 2005. 36: 335–344. DOI 10.1051/apido:2005021
15. Hu P., Lu Z.X., Haddad N., Noureddine A., Loucif-Ayad W., Wang Y.Z., Zhao R.B., Zhang A.L., Guan X., Zhang H.X., Niu H. Complete mitochondrial genome of the Algerian honeybee, *Apis mellifera intermissa* (Hymenoptera: Apidae). Mitochondrial DNA A DNA Mapp Seq Anal. 2016 May; 27(3): 1791-2. DOI 10.3109/19401736.2014.963815
16. Henriques D., Parejo M., Vignal A., Wragg D., Wallberg A., Webster M.T., Pinto M.A. Developing reduced SNP assays from whole-genome sequence data to estimate introgression in an organism with complex genetic patterns, the Iberian honeybee (*Apis mellifera iberiensis*). Evol. Appl. 2018. № 11. P. 1270–1282. DOI 10.1111/eva.12623
17. Рошка Н.М., Череватов О.В., Волков Р.А. Молекулярна організація та поліморфізм 5S рДНК карпатської бджоли. Цитологія і генетика. 2021. том 55, № 5. С. 3-12. DOI 10.3103/S0095452721050108

АПФІТОКОМПОЗИЦІЇ ЯК ДОДАТКОВИЙ КОМПОНЕНТ В КОМПЛЕКСНІЙ ТЕРАПІЇ МЕТАБОЛІЧНИХ РОЗЛАДІВ

Дінець А.В., канд.мед.наук, старший науковий співробітник.
e-mail: andrii.dinets@gmail.com

Давидова Г. І., старший науковий співробітник

Гоцька С. М., науковий співробітник

*ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», Київ,
Україна*

Вступ. Метаболічні розлади – це порушення обміну речовин в організмі. Є ряд захворювань обумовлених метаболічними порушеннями: атеросклероз, цукровий діабет і ожиріння. Серйозними ускладненнями цих захворювань є ішемічна хвороба серця, інфаркт міокарда, інсульт, ускладнення цукрового діабету. Запуск механізму метаболічних розладів спричинює оксидативний

стрес, що свідчить про порушення балансу між прооксидативними факторами та антиоксидативними компонентами. Чисельними дослідженнями підтверджено – продукти бджільництва – це невичерпне джерело природних антиоксидантів [1, 2]. Загалом це фенольні сполуки – флавоноїди і фенольні кислоти, які належать до речовин, що мають здатність поглинати вільні радикали. Саме такими біологічно активними речовинами багаті продукти бджільництва та рослинна сировина.

Моделювання зі складовими продуктів бджільництва та рослинної сировини дозволить розробити апіфітокомпозиції – продукти підвищеної біологічної цінності із заданими властивостями.

Матеріали і методи. Спектрофотометричні, фізико-хімічні; визначення мікробіологічних показників складових апіфітокомпозиції за відповідними ДСТУ.

Результати та висновки. Численними дослідженнями підтверджено ефективність включення спеціальних продуктів підвищеної біологічної цінності – апіфітокомпозицій в комплекс оздоровчо-реабілітаційних заходів людини, так як їх тривале застосування (що зазвичай потребує процес реабілітації) не завдає побічної дії на організм. Потреба в продукції створеній на основі природної сировини, яку можна включати як додатковий компонент у комплексній терапії метаболічних розладів має тенденцію до зростання, тому розроблення функціонального харчування з заданими властивостями є вкрай актуальним завданням в сучасних умовах та вимагає на першому етапі наукового обґрунтування та глибоких досліджень, у подальшому широкого впровадження в санаторно-курортних закладах.

Пусковим механізмом метаболічних розладів є оксидативний стрес (ОС), який виникає в разі збільшення активних (токсичних) радикальних атомів кисню, вище певної критичної маси, що спричиняє ланцюгову реакцію, в результаті якої гинуть клітини. Надійно протистояти цьому можуть – антиоксиданти, оскільки вони добре зв'язують вільні радикали. Продукти бджільництва – це невичерпне джерело природних антиоксидантів. Загалом це фенольні сполуки, які належать до речовин, що мають здатність поглинати вільні радикали – флавоноїди і фенольні кислоти. Саме

такими біологічно активними речовинами багаті продукти бджільництва та рослинна сировина.

Нами досліджено антиоксидантну активність таких продуктів бджільництва: мед, прополіс, перга, бджолине обніжжя, забрус, маточне молочко та екстрактів із рослинної сировини – меліса лікарська, собача кропива, звіробій, ехінацея пурпурова, кмін та ін. Найсильнішу антиоксидантну дію виявили у прополісу, далі перга, бджолине обніжжя, маточне молочко, забрус, мед. Серед рослинної сировини найвищі показники були у екстракту кмину, далі меліса лікарська, собача кропива, звіробій, листя ехінацеї. За результатами дослідження різних вегетативних органів ехінацеї пурпурової – найвищі показники антиоксидантної активності відзначено у екстракті коріння, далі екстракт квіток, найнижчі показники у екстракті листя ехінацеї.

Таким чином, комбінування продуктів бджільництва з рослинною сировиною з врахуванням показників антиоксидантної активності дозволить створити апіфітокомпозиції з заданими властивостями, які необхідні для застосування при метаболічних розладах.

Література

1. Давидова Г.І., Захарія А.В., Гоцька С.М. Дієтичні добавки-апифітокомпозиції – оздоровчі продукти. Сучасні досягнення та перспективи розвитку апітерапії в Україні. Збірник наукових праць: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю (25 січня 2020 р., Харків), 2020. с. 82-84.
2. Kocot J., Kiełczykowska M., Luchowska-Kocot D., Kurzepa J., Musik I. Antioxidant Potential of Propolis, Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Application. *Oxid Med Cell Longev*. 2018. № 2. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10070822>
3. Nainu F., Masyita, A., Bahar M.A., Raihan M., Prova S.R., Mitra S., Emran T.B., Simal-Gandara J. Pharmaceutical Prospects of Bee Products: Special Focus on Anticancer, Antibacterial, Antiviral, and Antiparasitic Properties. *Antibiotics*. 2021. № 10. P. 822. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10070822>

ВПЛИВ ШТУЧНО-СТВОРЕНОГО БЕЗРОЗПЛІДНОГО ПЕРІОДУ НА ПРОЯВ МІШЕЧКУВАТОГО РОЗПЛОДУ В БДЖОЛИНИХ СІМ'ЯХ, ХВОРИХ НА МІШЕЧКУВАТИЙ РОЗПЛІД

Єфіменко Т.М., Односум Г.В., Воробій О.А., Коваленко І.А.

*ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», Київ,
Україна*

Вступ. Мішечкуватий розплід – шкодочинне, повсюдно поширене вірусне захворювання розплоду бджіл (Wei et al., 2022), яке практично не піддається лікуванню природними засобами (рослинними екстрактами) чи ветеринарними препаратами для бджільництва (Єфіменко та ін., 2021 а, б), а тому апробація технологічних прийомів, направлених на оздоровлення бджолиних сімей за вірусних захворювань розплоду є актуальною задачею. Мета досліджень: визначити вплив штучно-створеного безрозплідного періоду на прояв мішечкуватого розплоду в бджолиних сім'ях, хворих на мішечкуватий розплід.

Для цього визначити вплив на перебіг мішечкуватого розплоду: а) ізоляції матки в клітки терміном на 15 діб; б) повного вилучення маток з хворих сімей до моменту виведення ними нових (більше 30 діб).

Матеріали та методи. Безрозплідний період – стан бджолиної сім'ї, коли в ній відсутній розплід (природний стан – взимку, штучно-створений – влітку, який створюється шляхом вилучення чи ізоляції матки в бджолиній сім'ї в період інтенсивного розмноження бджіл).

Досліди за природних умов проведені пасіці лабораторії технологічних та спеціальних засобів профілактики захворювань бджіл на 14 сім'ях, в яких протягом 3-х останніх років спостерігається прояв в різному ступені мішечкуватого розплоду. Дослід проведено за наступною схемою: варіант 1. Вилучення маток; варіант 2. Ізоляція маток в клітки на 15 діб. В кожному варіанті по 7 сімей.

Результати досліджень. Встановлено, що ізоляція матки на 15 діб – не є дієвим технологічним прийомом, здатним оздоровити бджолині сім'ї за мішечкуватого розплоду.

Аналогічні результати отримані від створення у хворих на мішечкуватий розплід бджолиних сім'ях безрозплідного періоду на термін виведення нових маток (більше 30 діб). В обох варіантах з появою розплоду проявився в різному ступені мішечкуватий розплід. Період початку яйцекладки матками співпав з відсутністю активного медозбору.

Висновки. Штучне створення безрозплідного періоду в бджолиних сім'ях в активний період розвитку (ізоляція матки в клітки чи повне її вилучення) для оздоровлення за мішечкуватого розплоду (без додаткових заходів, таких як заміна стільників і дезинфекція вуликів) не є достатнім дієвим заходом для оздоровлення бджіл, а отже безрозплідний період – не є універсальним оздоровчим заходом за захворювань розплоду, зокрема вірусної природи, для яких відомий вертикальний шлях передачі (через матку і трутня).

Література

Сфіменко Т.М., Односум Г.В., Воробій О.А. Перебіг мішечкуватого розплоду за створення в бджолиних сім'ях безрозплідного періоду порівняно з обробленням сімей витяжками з евкаліпту і деревію та засобами-аналогам // Бджільництво України : наук.-вироб. журн. / ННЦ «Ін-т бджільництва ім. П.І. Прокоповича», Ін-т біології тварин (НААН України). – Київ : Видавництво Ліра-К, 2021 (а). Т.1.- № 6. – С. 18-24.

Сфіменко Т.М., Односум Г.В., Міндіашвілі Н.Ш., Нікітіна О.М., Постоєнко Г.В., Воробій О.А. Перебіг мішечкуватого розплоду за створення в бджолиних сім'ях безрозплідного періоду порівняно із застосуванням пробіотика «Апінорміну», нано-розмірного церію діоксиду, препарату рослинного походження «Ні ну на» // Бджільництво України : наук.-вироб. журн. / ННЦ «Ін-т бджільництва ім. П.І. Прокоповича», Ін-т біології тварин (НААН України). – Київ : Видавництво Ліра-К, 2021 (б). Том.1.- № 7.- С. 16-20.

Wei R., Cao L., Feng Y., Chen Y., Chen G., Zheng H. (2022). Sacbrood Virus: A Growing Threat to Honeybees and Wild Pollinators. *Viruses*. 14. P. 1871. <https://doi.org/10.3390/v14091871>

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МЕДУ З ГРЕЧКИ 2020-2022 РОКІВ

Лазарєва Л. М., канд.с.-г наук, зав. лабораторії методів оцінки якості та безпечності продукції бджільництва,

e-mail: medlab1961@gmail.com; **Акименко Л. І.**, канд.біол.наук

ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича», м.

Київ, Україна

Вступ. Гречка — цінна круп'яна і медоносна культура, яка має велике народногосподарське значення в Україні. Гречка заслуговує особливої уваги українців: гречаники, гречана каша, гречаний хліб та мед з гречки - це і історія, і гастрономічні уподобання. На сьогодні наша країна вважається одним з основних світових виробників цього виду меду. Шкода, але у 2021 році посівні площі гречки становили всього 13,6% рівня 2000 року [1]. Доведено, що цей мед вирізняється значним умістом фенольних сполук, а тому володіє антибактеріальною та антиоксидантною активністю і, можливо, переважає за цим показником популярний мед із мануки [2, 3].

Матеріалом для досліджень слугували 14 зразків меду з гречки 2020 року, 24 зразка – 2021, 25 зразків – 2022 року. **Метою** роботи є встановлення їх відповідності вимогам діючих нормативних документів [4].

Результати та висновки. За результатами органолептичних досліджень було виявлено, що зразки меду з гречки мали забарвлення від темно-жовтого з червоним до темно-коричневого відтінку, подразнювали слизову оболонку ротової порожнини, володіли специфічним смаком та добре вираженим ароматом квітів гречки. Фізико-хімічні показники якості меду з гречки представлено в таблиці.

Таблиця .

Фізико-хімічні показники якості меду з гречки

Показник	Значення показників			Нормативне значення по ДСТУ
	2020 р.	2021р.	2022р.	
Масова частка води, %	18,0 ± 0,16	18,9 ± 2,0	18,7±0,18	18,5/21,0
Діастазне число, од. Готе	38,7 ± 1,7	44,4 ± 2,2	39,5±1,20	15,0/10,0
Масова частка відновлювальних цукрів, %	87,7 ± 4,6	95,8 ± 5,2	84,0±0,4	80,0/70,0
Масова частка сахарози, %	1,9 ± 0,02	3,0 ± 0,3	5,0±0,1	3,5/6,0
Пролін, мг/кг	529,6 ± 28,0	429,9 ±25,0	359,9 ±43,1	300,0/300,0
Електропровідність,	0,34±0,01	0,38±0,003	0,4±0,006	0,2-1,0/0,2-1,5

Мс/см				
Кількість вимірювань (n)	14	24	25	

Середнє значення показника масової частки води досліджених зразків коливалося в межах $18,0 \pm 0,16 - 18,9 \pm 2,0$ %. Серед зразків меду з гречки, виробленого в різні роки, найвищу вологість мав гречаний мед 2021 року (18,9%), найменшу – мед із гречки 2020 року (18,0%).

Діастазне число залежить від ботанічного походження нектару та кількості ферментів, які бджола виділяє під час його переробки. У зразках меду діастазне число коливалося — від 38,7 до 44,4 од. Готе (найвищий показник мав мед з гречки 2021 року з середнім значенням $44,4 \pm 2,2$ од. Готе, а найнижчий – мед з гречки 2020 року з середнім значенням $38,7 \pm 1,7$ од. Готе). Згідно з даними інших авторів [4,5], активність діастази гречаного меду коливається від 21,06 до 71 од. Готе.

Найвищий вміст масової частки відновлювальних цукрів (95,8%) мав мед з гречки 2021 року, а найвище середнє значення вмісту масової частки сахарози становил мед з гречки 2022 – $5,0 \pm 0,1$ %.

Вміст проліну в досліджених зразках меду з гречки 2020, 2021, 2022 років коливався від 359,9 мг/кг до 529,6 мг/кг. Така варіабельність в показнику проліну в наших дослідженнях пов'язана, ймовірно, з видовим складом пилкових зерен, діастазною активністю, а також із показником вологості меду. Найбільший вміст проліну у меді за 2020 рік визначено в зразках з найменшим вмістом масової частки води з середнім значенням $18,0 \pm 0,16$ %.

За результатами досліджень зразків меду з гречки 2020, 2021 та 2022 років встановлено, що показники його якості відповідають вимогам національного стандарту ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» меду та існуючим вимогам ЄС.

Література:

1. Ринок гречки: прогнози, оцінки та тренди.//agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/22744-rynok-hrechky-prohnozy-otsinky-ta-trendy.html
2. Moniruzzaman, M., Sulaiman, S. A., Khalil, M. I., & Gan, S. H. Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other

Malaysian honeys: A comparison with manuka honey. Chemistry Central Journal. 2013. V.7(138), 1–12. doi: 10.1186/1752-153X-7-138

3. Milica Nešović, Uroš Gašić, Tomislav Tosti, Nikola Horvacki, Branko Šikoparija, Nebojša Nedić, Stevan Blagojević, Ljubiša Ignjatović, and Živoslav Tešić. Polyphenol profile of buckwheat honey, nectar and pollen. Royal Society Open Science. 2020. Dec; 7(12): 201576. doi: 10.1098/rsos.201576

4. Мед натуральний. Технічні умови: ДСТУ 4497:2005 – Увед. вперше ; чинний від 2005-12-28. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – III, 22 с., вклоч. обкл. : табл. ; 29 см. – (Нац. стандарт України).

5. Pasini F, Gardini S, Marcazzan GL, Caboni MF. Buckwheat honeys: screening of composition and properties. Food Chem. 2013.141, 2802–2811. 10.1016/j.food-chem.2013.05.102.

ПРЕВЕНТИВНО-ДІАГНОСТИЧНІ ЗАХОДИ ГНІЛЬЦЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

Литвиненко В.М., кандидат ветеринарних наук, доцент, e-mail:

lytvynenko_vm@nubip.edu.ua

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м.
Київ, Україна*

Бджільництво – традиційно експортна галузь України з перспективою нарощування потужності. Міжнародна торгівля продукцією бджільництва регламентується Кодексом здоров'я наземних тварин Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин і здійснюється на основі міжнародного ветеринарного сертифікату для експорту з врахуванням положень з хвороб бджіл. У Кодексі охорони здоров'я наземних тварин зазначено 6 заразних захворювань [1] серед яких варооз, ноземоз, американський і європейський гнилець медоносних бджіл є актуальними в Україні.

Затверджений План проведення діагностичних досліджень по профілактиці заразних хвороб бджіл Державним комітетом ветеринарної медицини передбачає дослідження патологічного матеріалу від бджолиних сімей у 1, 2, 3 кварталах за класичною схемою на основі комплексності з визначенням ведучої ланки, щодо вароозної інфекції бджіл. Дослідження європейського та американського гнильців бджолиного розплоду проводяться за наявності ознак хвороби у 2-му та 3-му кварталах. Затверджений план

потребує розуміння епізоотичних особливостей згаданих захворювань так і постійного вдосконалення методів діагностики.

Проведення досліджень з вароозу бджіл у першому кварталі відображає якість минулорічних противароозних заходів та надає можливість прогнозування інвазивності та потребу в засобах контролю на поточний сезон. Однак інвазивність бджолої сім'ї осінню після пізноосінніх обробок і весною не однакова, кількість паразитуючих кліщів на бджолах під кінець зимівлі збільшується, що пов'язано із здатністю кліщів від завмерлих, та тих, що осипались на днище вулика переселятися до живих бджіл [2]. Тому дослідження бджолої сім'ї підмору весною надає значну похибку в результатах досліджень. Зазначений період найбільш критичний для бджолої сім'ї з біологічного погляду тому, що зимувала генерація бджіл виснажена та зменшується, а молода ще не вивелась. Для об'єктивної оцінки маємо відбирати проби живих бджіл з сильних сімей.

Грунтуючись на епізоотичних особливостях гнильцевих хвороб бджолої сім'ї розплоду діагностика європейського гнильцю проводиться з 2 кварталу оскільки основним сприяючим фактором є переохолодження бджолої сім'ї, прояв американського гнильцю діагностується з 3-го кварталу тому, що сприяє хворобі перегрівання. Однак за нашими дослідженнями на промисловій пасіці хвороби розплоду проявляли ознаки захворювання літом у безвзятковий період, серед сімей, які до цього не хворіли. Це вказує на приховане носійство інфекції у стертих чи безсимптомній формі хвороби яка не діагностується восени, зимою, весною, а з появою сприятливого організму (личинки) та сприяючих факторів проявляється в літку. За даної схеми лабораторні дослідження лише підтверджують наявність захворювання.

Щоб забезпечуючи благополуччя бджільництва пасічник і ветеринарний лікар має зосереджувати увагу на попередженні хвороби – вживанні превентивних протиепізоотичних заходів, а саме виявити неблагополучні сім'ї до прояву клінічної форми захворювання. Проведення лабораторних досліджень одразу після обльоту весною з визначення контамінованості меду, бджіл і осипу сміття збудниками гнильців, надає час для направленої

профілактичної роботи серед визначених сімей. Наші дослідження підтверджуються [3].

Превентивні заходи щодо підтримання благополуччя пасік з гнильцевих хвороб забезпечують якість і безпечність продуктів бджільництва на внутрішньому ринку та сприяють більшій конкурентоспроможності експортованих Українських продуктів бджільництва за адаптації до регламентів ЄС.

Література:

1. Кодекс здоров'я наземних тварин Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин <http://www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-code>,
2. Цермак К. Як зимують кліщі варроа / К.Цермак // Український пасічник. – 2010. – №10. – С. 36–37.
3. Stefano Bassi, Emanuele Carpana, Patrizia Bergomi, Giorgio Galletti. 2018. Detection and quantification of *Paenibacillus* larvae spores in samples of bees, honey and hive debris as a tool for American foulbrood risk assessment. Bulletin of Insectology 71 (2): 235-241, 2018 ISSN 1721-8861

ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТОК ДІОКСИДУ ЦЕРІЮ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ БДЖІЛ

Нікітіна Л.М.¹, здобувач в.о. ст. д. філ., e-mail:

lesja.nikitina@gmail.com, **Засєкін Д.А.¹**, доктор ветеринарних наук, професор, **Постоєнко В.О.²**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

¹*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна*

²*ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», Київ, Україна*

Вступ. Для профілактики і лікування багатьох видів інфекційної та інвазійної патології тварин і людини використовується значна кількість антибактеріальних препаратів, які проявляють негативний вплив на навколишнє середовище і спричиняють розвиток стійкості у патогенної мікрофлори. Тому перспективними є альтернативні засоби, зокрема нанопрепарати церію. Оксид церію (CeO_2) – це хімічна сполука, яку отримують випалюванням оксалату церію чи гідроксиду церію. Нанотехнології останнім часом набули широкого розповсюдження в гуманній та ветеринарній медицині, а також у тваринництві, рослинництві та харчовій промисловості. Щодо наночастинок оксиду церію, то вони себе

zareкомендували як засоби, здатні підвищувати активність антиоксидантного захисту та ефективність антимікробних препаратів. Крім того, їм притаманна віруліцидна, бактеріцидна та фунгіцидна дія [1–2].

Нині є особливо актуальними дослідження щодо застосування нанопрепаратів з профілактичною метою за вірусних захворювань бджіл, оскільки наночастки оксиду церію безпечні для бджіл та довкілля.

Мета роботи – визначити профілактичну ефективність застосування діоксиду церію (нано- CeO_2) для бджіл у природних умовах.

Матеріал і методи. Дослід проведено на пасіці лабораторії технологічних та спеціальних заходів профілактики захворювань бджіл ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича» на українській степовій породі бджіл *Apis mellifera*. Для цього в літній період було відібрано 6 сімей по 6–7 рамок кожна, з яких сформовано дві групи: контрольна і дослідна по 3 сім'ї в кожній. Обробку бджолиних сімей здійснювали 4-кратно з інтервалом 7 діб: контрольну групу обробляли водою, а сім'ї дослідної групи – нанопрепаратом церію, який згодовували у концентрації 2,9 мМ у складі 50 % розчину цукрового сиропу з одночасним обприскуванням бджіл та розплоду його водним розчином у цій же концентрації з розрахунку 10 мл на вулик. Бджолині сім'ї контрольної групи обробляли 50 % розчином цукрового сиропу (1 л на сім'ю). Спостереження за дослідними сім'ями тривало до листопада 2021 року.

Результати та висновки. Одним з найбільш небезпечних збудників вірусних захворювань у бджіл є вірус мішечкуватого розплоду [3]. Ураження розплоду бджіл вірусом мішечкуватого розплоду визначали за станом личинок, кількість яких становила від 10 до понад 50 в одному стільнику. Дослідженнями встановлено, що після 4-кратного згодовування бджолиним сім'ям нанопрепарату оксиду церію у складі 50 % цукрового сиропу у поєднанні з обприскуванням бджіл та розплоду його водним розчином, ступінь ураження бджолиних сімей даним вірусом був середнім і становив 10–50 личинок в одному стільнику і був стабільним протягом всього періоду досліджень. Аналіз стану бджолиних сімей контрольної групи показав, що ступінь ураження личинок вірусом мішечкуватого розплоду був сильним і становив понад 50 личинок на стільник.

Виявлений деякий антивірусний ефект препарату наноцерію у бджолиних сім'ях може бути зумовлений біологічними особливостями бджіл, однак такі дослідження можуть бути перспективними за прояву інших інфекційних захворювань бджіл.

В основі інфекційного процесу, який викликає вірус мішечкуватого розплоду бджіл, є його здатність заражати бджіл вертикально і

горизонтально, а контаміновані біологічні компоненти є заразними протягом 4-х тижнів [4-5]. Тому з метою профілактики вірусних захворювань бджіл необхідно поєднувати антивірусну терапію з іншими протиепізоотичними заходами, направленими на недопущення контамінації вірусом середовища життєдіяльності бджіл.

Таким чином, застосування препарату наноцерію певним чином захищає бджолині сім'ї від ураження вірусом мішечкуватого розплоду, що дозволяє знизити ступінь ураження від сильного до середнього.

Перспективи подальших досліджень. Враховуючи отримані результати досліджень, нанопрепарат оксиду церію можна використовувати для подальших досліджень щодо профілактики інших вірусних, бактеріальних та грибкових хвороб розплоду.

Література:

1. Shcherbakov A. B., Zholobak N. M., Ivanov V. K. Biological, biomedical and pharmaceutical applications of cerium oxide. Cerium Oxide (CeO₂): Synthesis, Properties and Applications, 2020. P. 279–358. doi: 10.1016/b978-0-12-815661-2.00008-6.
2. Grinko A. M., Brichka A. V., Bakalinska O. M., Kartel, M. T. Properties, preparation methods and use of cerium nanooxide. Surface, 2019. №11(26). P. 436–471. doi: 10.15407/surface.2019.11.436.
3. White G. F. Sacbrood, a disease of bees. 1913. **Washington, Govt. print. off, 1913.** doi:10.5962/bhl.title.56965.
4. Beaurepaire A., Piot N., Doublet V., Antunez K., Campbell E., Chantawannakul P., Chejanovsky N., Gajda A., Heerman M., Panziera D., Smaggh, G., Yañez O., de Miranda J. R., Dalmon A. Diversity and global distribution of viruses of the Western honey bee, *Apis mellifera*. Insects, 2020. №11(4). P. 239. doi: 10.3390/insects11040239.
5. de Miranda J. R., Gauthier L., Ribière M., Chen Y. P. Honey bee viruses and their effect on bee and colony health. Honey Bee Colony Health, 2011. P. 71–102. doi: 10.1201/b11318-8.

СТАТЕВИЙ ШЛЯХ ПЕРЕДАЧІ ЗБУДНИКА МІШЕЧКУВАТОГО РОЗПЛОДУ У БДЖІЛ

Односум Г.В., Єфіменко Т.М.

ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», м. Київ, Україна

Вступ. Мішечкуватий розплід (*Sacculisato contagiosa larvae*, *Sacbrood virus* (SBV)) – вірусне захворювання розплоду медоносних бджіл, що завдає суттєвих збитків бджільництву. Передача збудника у бджолиних

сім'ях може відбуватися обома шляхами: горизонтально та вертикально (Chen, Siede, 2007; De Miranda et al., 2011; Beaurepaire et al., 2020). Найбільш поширений шлях передачі - горизонтальний (через травний тракт) (Jin et al., 2020). Бджоли-годувальниці інфікуються, обмінюючись їжею із зараженими дорослими бджолами або харчуючись контамінованим вірусом пилом. Крім того, вірус накопичується в гіпофаренгіальних залозах заражених бджіл-годувальниць, які поширюють вірус в сім'ї, годуючи личинок виділеннями залоз і обмінюючись кормом з іншими дорослими бджолами, в тому числі і з маткою, яка може інфікуватись. Бджоли-годувальниці можуть заразитися під час чищення комірок та видалення мертвих личинок (Chen, Siede, 2007). Заразні бджоли-збиральниці поширюють вірус на рослини, виділяючи секрет залоз зі збудником на пилок.

Менш досліджений вертикальний (через матку і трутнів) шлях передачі збудника мішечкуватого розплоду. Вірус (*Sacculisota contagiosa larvae*, *Sacbrood virus* (SBV)) було ідентифіковано в репродуктивних тканинах матки і трутнів, що опосередковано свідчить про статевий (вертикальний) шлях його передачі. Допускається, що вірус може передаватися від заражених вірусом маток до їх потомства трансваріально (через яйця) чи псевдотрансваріально (через виділення статевих залоз). Також він може передаватись транспермально під час природного спаровування з зараженими вірусом трутнями чи під час штучного запліднення маток відібраною від таких трутнів спермою, враховуючи, що вірус було виявлено в спермі трутнів (Prodelalova et al., 2019; Phokasem et al., 2021).

Ми поставили за мету: визначити можливість передачі збудника мішечкуватого розплоду через матку (статевий шлях передачі збудника - трансваріально чи псевдотрансваріально).

Матеріали та методи. Досліди проведені на пасіці лабораторії технологічних та спеціальних засобів профілактики захворювань бджіл, на якій протягом 3-х останніх років спостерігається в бджолиних сім'ях прояв в різному ступені мішечкуватого розплоду. З найбільш хворих на мішечкуватий розплід бджолиних сімей були вилучені 3 матки і підсажені в нові сформовані від здорових сімей відводки на новому точку на відстані 5 км від лабораторної пасіки.

Отримані результати. У новостворених бджолиних сім'ях, в які були підсажені бджолині матки, вилучені із хворих на мішечкуватий розплід сімей, в 33,3% (а саме в 1 сім'ї) проявився мішечкуватий розплід, що є прямим підтвердженням вертикальної (через матку) передачі збудника мішечкуватого розплоду в бджолиних сім'ях.

Висновки. Експериментально підтверджено статевий шлях передачі (через матку) збудника мішечкуватого розплоду у бджіл, що пояснює відсутність оздоровчого ефекту від створення в бджолиних сім'ях безрозплідного періоду (шляхом ізоляції матки в клітки) за мішечкуватого розплоду.

Література:

Beaurepaire A., Piot N., Doublet V., Antunez K., Campbell E., Chantawannakul P., Chejanovsky N., Gajda A., Heerman M., Panziera D. (2020). Diversity and global distribution of viruses of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Insects*. 11. 239 p.

Chen Y.P., Siede R. (2007). Honey bee viruses. *Adv. Virus Res.* 70. P. 33–80.

De Miranda J. R., Gauthier L., Ribière M., Chen Y. P. (2011). Honey bee viruses and their effects on bee and colony health. *Honey Bee Colony Health: Challenges and Sustainable Solution*. CRC Press Taylor&Francis Group; Boca Raton. P. 71–102.

Jin L., Mehmood S., Zhang G., Song Y., Su S., Huang S., Huang H., Zhang Y., Geng H., Huang W. (2020). Visualizing sacbrood virus of honey bees via transformation and coupling with enhanced green fluorescent protein. *Viruses*. 12. P. 224.

Phokasem P., Wang L. H., Panjad P., Tang Y. J., Li J. L., Chantawannakul P. (2021). Differential viral distribution patterns in reproductive tissues of *Apis mellifera* and *Apis cerana* drones. *Front. Vet. Sci.* 8. P. 608–700.

Prodelalova J., Moutelikova R., Titera D. (2019). Multiple virus infections in Western honeybee (*Apis mellifera* L.) ejaculate used for instrumental insemination. *Viruses*. 11. P. 306.

ВАЖКІ МЕТАЛИ І НЕНАСИЧЕНІ ЖИРНІ КИСЛОТИ БДЖОЛИНОГО ОБНІЖЖЯ ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЯЙЦЕКЛАДКИ БДЖОЛИНИХ МАТОК

Рівіс Й. Ф¹., доктор сільськогосподарських наук, *e-mail: rivisjf@gmail.com*
, Постоєнко В. О²., доктор сільськогосподарських наук, директор, член-кореспондент НААН

Стадницька О. І³., **Саранчук І. І³.**, **Клим О. Я³.**, **Дяченко О. Б³.**,
Шелевач А. В³., кандидати сільськогосподарських наук, старші наукові співробітники, **Гопаненко О. О⁴.**, кандидат біологічних наук, методист,
ВНКС ЛОР

¹*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, м. Львів-Оброшино, Україна*

²*ННЦ “Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича”, м. Київ, Україна*

³*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, м. Львів-Оброшино, Україна*

Вступ. Важкі метали та жирні кислоти причетні до функціональної активності тканин організму бджіл. Зокрема важкі метали та жирні кислоти залежно від кількості та складу можуть змінювати забезпеченість тканин організму бджіл енергетичним, структурним, біологічно активним і антимікробним матеріалом. Це зумовлено тим, що тканини бджіл за допомогою залежних від важких металів ензимних систем здатні синтезувати тільки насичені та з них мононенасичені жирні кислоти. Тканини бджіл не здатні синтезувати α -поліненасичені жирні кислоти. Тому такі незамінні α -поліненасичені жирні кислоти, як лінолева та ліноленова, повинні надходити в їх організм з кормом.

Основним джерелом незамінних (есенціальних) α -лінолевої та α -ліноленової кислот у раціонах для бджіл є бджолине обніжжя (пилок рослин). У жирнокислотному складі бджолиного обніжжя наведені вище поліненасичені жирні кислоти є домінуючими. Вже в тканинах бджіл із α -лінолевої та α -ліноленової кислот також за допомогою залежних від важких металів ензимних систем синтезуються ще більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родин відповідно ω -3 і ω -6. Загальною ознакою дефіциту жирних кислот родин ω -3 і ω -6 в організмі бджіл є зменшення темпів росту, ефективності засвоєння поживних речовин корму, пригнічення імунітету та зниження продуктивних ознак.

Метою роботи було зафіксувати зв'язок між вмістом Цинку, Купруму, Плюмбуму і Кадмію й ненасичених жирних кислот родин ω -3, ω -6, ω -7 і ω -9 у бджолиному обніжжі та інтенсивністю яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених в окремих природних зонах Карпатського регіону.

Матеріали і методи. Підслідні пасіки клінічно здорових медоносних бджіл породи карпатська (*Apis mellifera* (L) *carpatica*), були підібрані на базі приватних пасічних господарств гірської (сmt. Славсько, Стрийського району), передгірної (с. Нижня Стинава, Стрийського району) та лісостепової (с. Миклашів, Львівського району) зон Львівської області.

У другій половині весняного періоду в кожній із вищенаведених природних зонах Карпатського регіону на 3 пасіках і на кожній із 3 вуликів для лабораторних досліджень загальноприйнятими методами відбирались зразки бджолиного обніжжя. При цьому в кожному підслідному вулику були бджолині матки 2-ох річного віку. Крім того в кожній із вищеописаних природних зонах Карпатського регіону на 3 пасіках і на кожній на 3 вуликах

у другій половині весняного періоду загальприйнятим методом впродовж 36 днів щодванадцятий день досліджувалась інтенсивність яйцекладки бджолиних маток.

У відібраних зразках бджолиного обніжжя на атомно-абсорбційному спектрофотометрі визначався вміст Цинку, Купруму, Плюмбуму і Кадмію та на газорідинному хроматографічному апараті – ненасичених жирних кислот родин омега-3, омега-6, омега-7 і омега-9. При цьому аналізувалося значення рівня Цинку, Купруму, Плюмбуму і Кадмію та згадуваних ненасичених жирних кислот бджолиного обніжжя для інтенсивної яйцекладки бджолиних маток у різних природних зонах Карпатського регіону.

Результати. Встановлено, що в бджолиному обніжжі передгірної та особливо лісостепової зон Карпатського регіону, порівняно з умовно чистою гірською зоною, через вищий рівень урбанізації та індустріалізації територій, є більший вміст досліджуваних важких металів. При цьому в бджолиному обніжжі лісостепової зони Карпатського регіону міститься найвищий рівень Цинку, Купруму, Плюмбуму та особливо Кадмію.

Слід відмітити, що в лісостеповій зоні Карпатського регіону, порівняно з гірською, у бджолиному обніжжі є досить високий вміст пробіотичних Цинку та Купруму. Наведені вище важкі метали в допустимих кількостях вкрай необхідні для нормальної життєдіяльності бджіл. Але підвищений у бджолиному обніжжі рівень токсичного Кадмію видно здатний нівелювати позитивний вплив пробіотичних важких металів на організм бджід.

Цинк, Купрум, Плюмбум і Кадмій причетні до обмінних процесів у тканинах організму бджіл. Зокрема Цинк і Купрум у тканинах організму бджіл, за фізіологічно обумовленого рівня мають добре виражену антиоксидантну дію, адже обидва вони є складовими такого ензиму, як супероксиддисмутаза, який сильно гальмує розвиток пероксидних процесів і знищення амінокислот, зокрема незамінних, жирних кислот, у першу чергу поліненасичених, і вітамінів, насамперед жиророзчинних. І це при тому, що Купрум в лімфі бджіл виконує таку саму функцію, як Ферум у крові людини та тварин – окисно-відновну.

Слід відмітити, що за дуже високого рівня Цинк і Купрум у тканинах організму бджіл також стають токсикантами. При цьому Цинк і Купрум, як і Плюмбум та Кадмій, у лімфі бджіл інтенсивніше зв'язуються з сульфгідрильними групами термостійких протейнів та транспортуються в хітин. В останньому згадувані важкі метали депонуються.

Проблема важких металів полягає в наступному. Вони за фізіологічно обумовленого рівня причетні до синтезу, окиснення, депонування та обміну жирних кислот у тканинах бджіл. Зокрема Купрум через те, що він входить в склад 9-десатурази, у тканинах організму бджіл сприяє утворенню мононенасичених жирних кислот родин омега-7 (пальмітоолейнової) і омега-9 (олейнової) із таких насичених жирних кислот, як відповідно пальмітинова та стеаринова.

α -Ліноленова та α -лінолева кислоти, які послідовно синтезуються в тканинах рослин із олейнової кислоти, вважаються незамінними для тканин бджіл і тому повинні надходити в їх організм із кормом. Вже в тканинах бджіл із кормових α -ліноленової та α -лінолевої кислот синтезуються ще більш довголанцюгові та ненасичені жирні кислоти родин відповідно омега-3 (ейкозапентаєнова, докозатриєнова, докозапентаєнова та докозагексаєнова) і омега-6 (ейкозатриєнова, ейкозатетраєнова-арахідонова, докозadieєнова та докозатетраєнова). У реакціях перетворення ліноленової та лінолевої кислот в їх більш довголанцюгові та ненасичені похідні у тканинах бджіл активну участь приймає Цинк, оскільки він входить в склад таких ензимних систем, як 2-, 3-, 4-, 5- і 6-десатурази.

Більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родин омега-3 і омега-6 є дуже цінними для організму бджіл. Ці кислоти є основним структурним матеріалом для побудови клітинних і цитоплазматичних мембран тканин бджіл, у тому числі мембран спермійв трутнів і ооцитів бджолиних маток. Із цих кислот у бджолиному організмі синтезуються біологічно активні речовини – простагландини. Дані літератури вказують на те, що найбільш активною біологічною речовиною в організмі бджіл є простагландин $F_{2\alpha}$, котрий синтезується в їх тканинах із ейкозатетраєнової-арахідонової кислоти, а та в свою чергу з лінолевої. Простагландин $F_{2\alpha}$ сприяє росту й дозріванню спермійв та росту і запліднюваності ооцитів в статевих шляхах відповідно трутнів і бджолиних маток. Таким чином через функціонально активні клітинні й цитоплазматичні мембрани та біологічно активні речовини, зокрема простагландин $F_{2\alpha}$, ненасичені жирні кислоти, насамперед поліненасичені жирні кислоти родин омега-3 і омега-6, найбільш повно й виражено впливають на відтворну здатність бджіл. Більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти родини омега-6 у бджолиному організмі крім того є прозапальними, а омега-3 – протизапальними.

Бджоли відчують запах і смак різних жирних кислот і амінокислот рослинного пілку. Запах амінокислот і особливо жирних кислот сильно приваблює бджіл до медоносних рослин. Разом з тим з-поміж жирних

кислот пилку рослин, які привертають особливу увагу медоносних бджіл, є ненасичені жирні кислоти, що містять в своєму складі 16 і більше атомів Карбону. При цьому жирні кислоти пилку рослин в енергетичному відношенні для організму бджіл є набагато ціннішими, ніж амінокислоти. До того ж, ненасичені жирні кислоти бджолиного огніжжя найбільш виражено забезпечують антибактеріальний та антигрибковий захист організму бджіл.

Встановлено, що вміст ліноленової, лінолевої, пальмітоолеїнової, олеїнової й ейкозасенової кислот, які є атрактивним і енергетичним матеріалом для бджіл та забезпечують антимікробний захист їх організму, у бджолиному огніжжі, отриманого з вуликів, розміщених у передгірній та особливо лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиним огніжжям, відібраного з вуликів, розміщених у гірській зоні, є менший. При цьому найбільша кількість структурних, біологічно активних і протизапальних форм лінолевої та ліноленової кислот міститься у бджолиному огніжжі гірської зони Карпатського регіону, менша кількість їх є у бджолиному огніжжі в передгірній зоні, ще менша в лісостеповій.

З наведеного вище випливає, що в напрямку від гірської зони Карпатського регіону до передгірної та далі до лісостепової, через високий рівень важких металів, насамперед токсичних, знижується атрактивна, енергетична, структурна, біологічно активна, антимікробна та протизапальна цінність ненасичених жирних кислот бджолиного огніжжя для організму бджіл. Тим самим високий рівень важких металів, але – низький ненасичених жирних кислот, у бджолиному огніжжі може негативно впливати на відтворну здатність трутнів і бджолиних маток.

Зафіксовано, що інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони, у другій половині весняного періоду є меншою відповідно на 12% і 17%. Зниження інтенсивності яйцекладки бджолиних маток видно є інтегрованим показником впливу екологічного стану довкілля, оскільки останнє також рівнозначно впливає на відтворну здатність трутнів, зокрема на їх кількісні та якісні показники спермопродукції.

Встановлено, що бджолине огніжжя за вмістом важких металів і ненасичених жирних кислот може служити біоіндикатором екологічного стану довкілля. Добрим біоіндикатором екологічного стану довкілля може бути також такий показник, як інтенсивність яйцекладки бджолиних маток.

Висновки. У напрямку від гірської до передгірної та далі до лісостепової зони Карпатського регіону через вищу урбанізацію та

індустріалізацію територій підвищується рівень Цинку, Купруму, Плюмбуму та особливо Кадмію в бджолиному обніжжі. У вказаному напрямку, через високу концентрацію названих важких металів, в другій половині весняного періоду знижується цінність ненасичених жирних кислот бджолиного обніжжя для інтенсивної яйцекладки бджолиних маток. Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, які утримуються у вуликах, розміщених у передгірній та особливо в лісостеповій зонах Карпатського регіону, порівняно з бджолиними матками гірської зони, у другій половині весняного періоду є меншою. Бджолине обніжжя за вмістом важких металів і ненасичених жирних кислот може служити біоіндикатором екологічного стану довкілля. Добрим біоіндикатором екологічного стану довкілля може бути також такий показник, як інтенсивність яйцекладки бджолиних маток.

СТВОРЕННЯ СУЦІЛЬНОГО МАСИВУ ЧИСТОПОРОДНИХ КАРПАТСЬКИХ БДЖІЛ

Папп В.В., к. с-г. наук, старший науковий співробітник, e-mail: medkarpat@gmail.com, **Керек С.С.**, к. с-г. наук, завідувач лабораторії, **Кірман-Байза А. А.**, науковий співробітник, **Керек П. М.**, мол. науковий співробітник, **Мерцин І. І.**, науковий співробітник

*ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», Київ,
Україна*

Вступ. Особлива увага темі вивчення біології популяцій живих організмів на Землі приділена генетиками Добржанським Ф.Г., Шмальгаузенем І.І., Четвериковим С.С. та багатьма іншими [1 - 4]. У своїх працях вони переконливо довели, що елементарною еволюційною одиницею всього живого є популяція, яка забезпечує розвиток, успадкування ознак особинами та мінливість видів. Початок екологічних досліджень популяцій провів Р. Чепман, значний внесок в цей напрямок досліджень зробили А. Лотка та В. Вольтерра, які за допомогою диференційних рівнянь проаналізували міжвидову конкуренцію, хижацтво [5]. Не менш важливий вплив на розвиток популяційної екології мали досліді 1934–1935 рр. Г. Гаузе [6] щодо конкурентного виключення особин різних видів, які мають подібні екологічні ніші.

Дослідження науковців у сфері популяційної біології важливі для правильного розуміння законів еволюції та життя видів, необхідні для теоретичного підґрунтя робіт у обраному напрямку.

Мета запланованої роботи полягає в довготривалому популяційному збереженні та покращенні автохтонних карпатських бджіл у формі їх суцільного масиву в окремій географічно відокремленій гірській екосистемі українських Карпат.

Матеріал і методи. Матеріалом дослідження служать автохтонні карпатські бджоли Міжгірської екосистеми.

Поставлені у роботі завдання вирішували з використанням *зоотехнічних* (відбір і підбір сімей, медова, воскова продуктивність та сила сімей), *мікроскопічних* (ураженість особин спорами ноземи, вивчення структури воскової залози, особливості жилкування крил), *фенологічних* (розвиток сімей за періодами медозборів), *морфометричних* (вивчення ознак робочих особин, трутнів), *етологічних* (інтенсивність льоту, поведінка), *статистичних* (біометрична обробка даних) й *аналітичних* (огляд літератури, аналіз та узагальнення результатів досліджень) методів досліджень [9 - 12].

Результати досліджень. На першому етапі визначених робіт співробітниками було загалом обстежено 38 приватних пасік Міжгірської екосистеми, на яких утримуються 674 бджолині сім'ї. За результатами вивчення вказаної місцевості, виділено 7 географічно ізольованих гірських населених пунктів, на яких утримується 350 бджолиних сімей на 23 пасіках і, які адміністративно входять до Колочавської ОТГ, та знаходяться на території НПП «Синевир», для створення на їх базі суцільного масиву чистопородних карпатських бджіл.

При доборах бджолиних сімей до функціональних груп, обов'язково досліджували продуктивні характеристики потенційних кандидатів. Тому вибирали бджолині сім'ї з вищими за середні по пасіці продуктивні показники товарної медової, пилкової та воскової продуктивності. Виділяли бджолині сім'ї, які не схильні до роїння, більш лагідні, зі схильністю до проведення тихої заміни маток, з відмінною зимостійкістю.

Як ключовий елемент ефективного виконання робіт, було створено та облаштовано постійно діючий ізольований гірський пункт

природного контрольованого парування бджолиних маток – облітників в урочищі Кантина на території Чорнорічанського лісництва НПП «Синевир». У активний сезон на вказаній території було створено нуклеусний парк на 80 маткомісць для проведення направлених природних парувань неплідних маток.

Від виділеної групи материнських бджолиних сімей отримали ряд неплідних маток та маточників для проведення контрольованих панміктичних парувань на популяційному облітнику та для заміни визначених для бракування маток на пасіках базової території. Кількість таких заміन залежить від результатів польових та камеральних досліджень бджолиних сімей базової території.

Тиха заміна маток в бджолиних сім'ях в межах базової території допускалась, якщо вони не підлягали бракуванню. Парування таких неплідних маток може здійснюватися або на пасіці, або на популяційному облітнику. Факт тихої заміни маток фіксували при обліках та відображали в номері бджолиної сім'ї.

У групі бджолиних сімей базової території, що потребували бракування, по мірі вирощування маточників та отримання плідних маток з популяційного облітника, проводили планові заміни маток шляхом підсадки молодих, або з використанням вирощених маточників. Для максимального збереження оригінальних автохтонних генів місцевої популяції бджіл, при заміні маток в бджолиних сім'ях, що потребують бракування, необхідно для близько 50% з них забезпечувати парування неплідних маток безпосередньо на пасіці. В інших бджолиних сім'ях заміну маток необхідно проводити на молодих спарованих на популяційному облітнику. Вид парування маток (контрольоване чи на пасіці) фіксується при обліках та відображається в номері бджолиної сім'ї.

Технологія заселення та обслуговування нуклеусів передбачає отримання на популяційному облітнику в складних гірських кліматичних умовах в середньому по дві плідні матки за сезон з одного маткомісця.

Парування неплідних маток, вирощених з виділених бджолиних сімей материнської групи, на популяційному облітнику, забезпечує отримання покращеного потомства.

Робота передбачає щорічне дослідження бджолиних сімей прямих нащадків (різних видів парування) вирощених від виділених бджолиних сімей на попередньому етапі робіт за параметрами продуктивності та породними ознаками в умовах різних пасічних господарств базової території.

Таким чином вже було отримано 110 та успішно замінено у бджолосім'ях місцевих пасік 96 плідних маток. Загальна ж кількість бджолиних сімей, що на сьогодні формують суцільний масив карпатських бджіл становить 394.

Наприкінці минулого року вибірково відібрано та досліджено проби робочих бджіл з типових місцевих бджолиних сімей та від тих, в яких матки пройшли парування на облітнику Кантина (табл.1).

Таблиця 1

Міжсімейна мінливість основних породних ознак екстер'єру робочих бджіл різного походження, Колочавська ОТГ, 2022 р.

Походження	n	Кубітальний індекс			Дискоїдальне зміщення, %	
		Lim	M±m	Cv,%	+	-
Контрольоване	20	2,39 – 2,89	2,72±0,039	6,3	99,1	0,3
Неконтрольоване	21	2,35– 3,11	2,65±0,047*	8,8	97,1	1,7

Примітка: * $p < 0,001$ порівнюючи з бджолиними сім'ями з пасіки.

Дослідження показали, що в бджолиних сім'ях, які пройшли парування на ізольованому облітнику, породні ознаки екстер'єру мають вищі та більш сконсолідовані значення, порівнюючи з бджолиними сім'ями, які пройшли природне парування на своїй пасіці. Зокрема, за кубітальним індексом переважання склало 0,07 од. ($p < 0,001$), а за позитивним дискоїдальним зміщенням на 2%.

Звичайно, що більш інформативним для нас при оцінці якості проведених робіт є аналіз показників екстер'єру робочих бджіл по окремих сім'ях. Адже, завдяки ньому зрозуміло, що при

неконтрольованому паруванні маток на території створення масиву чистопородних карпатських бджіл, на сьогодні ще неможна отримувати якісне по породним показникам потомство через вплив загального трутневого фону. Серед досліджених бджолиних сімей зустрічаються такі, породні показники яких виходять за межі визначених параметрів.

Висновок. Отримані результати досліджень окремих породних характеристик нового покоління бджіл, дозволяють стверджувати, що інтродукована група чистопородних бджолиних сімей, матки яких пройшли панміктичне парування на ізолюваному гірському облітнику Кантина, у спільну групу сімей ареалу на базовій території, позитивно вплинуть на загальне покращення, як породних так і продуктивних характеристик бджолиних сімей створюваного масиву. Роботи у цьому напрямку продовжуються.

Література:

1. Конашев М.Б. Становление эволюционной теории Ф.Г. Добржанского. СПб.: Нестор-История. 2011. 280 с.
2. Шмальгаузен И. И. Пути и закономерности эволюционного процесса. М.-Л. Из-во АН СССР. Напеч. в Москве 1939. 232 с.
3. Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции (теория стабилизирующего отбора). М.-Л., Изд-во АН СССР, 16-я тип. треста Полиграфкнига в Москве, 1946. 396 с.
4. Четвериков С.С. О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики // Журн. эксперим. биол. 1926. Сер. А. Т. 2. № 1. С. 3–54; № 4. С. 237–240
5. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. — М.: Наука, 1976. — 288 с.
6. Галл Я.М. Г.Ф. Гаузе (1910 – 1986): творческий образ. Экология и теория эволюции. *Биосфера*. 2011. Т.3. №3. С. 423 – 443.
7. Тимофеев-Ресовский Н. В., Воронцов Н. Н., Яблоков А. В. Краткий очерк теории эволюции. — М.: Наука, 1977.
8. Hanski I., Gilpin M. (eds.): Metapopulation Biology: Ecology, Genetics and Evolution. *Academic Press*. San Diego, 1997.
9. Броварський В., Бріндза Я., Отченашко В., Повозніков М., Адамчук Л. *Методика дослідної справи у бджільництві*. Київ: Видавничий дім «Вініченко». 2017. 166 с.
10. Büchler R., Andonov S., Bienefeld K., Costa C., Hatjina F., Kezic N., Kryger P., Spivak M., Uzunov A., Wilde J. Standard methods for rearing and selection of *Apis mellifera* queens. *Journal of Apicultural Research*. 2013. 52 (2.). pp 1–29.

11. Папп В.В., Керек С.С. Дослідження породних ознак карпатських бджіл за допомогою програмного забезпечення «Веетmorph». *Бджільництво України*. 2015. №1. С. 102 – 109.

12. Гайдар В. А. Морфостологический стандарт карпатських пчел. *Пчеловодство*. 2004. № 1. С. 14–15.

ВМІСТ ОКРЕМИХ БІОМЕТАЛІВ У ОРГАНІЗМІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ПІСЛЯ ЗИМІВЛІ НА КОРМАХ З ДОДАВАННЯМ ПРЕПАРАТУ «АПІПЛАЗМА»

¹Язловицька Л.С. к.б.н., доцент, ¹Сачко А.В. к.х.н., доцент,

¹Караван В.В., аспірант, ²Кравчук В.І., e-mail:

l.yazlovitska@chnu.edu.ua, kraftthehealth@gmail.com

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
Чернівці, Україна

²Приватний підприємець, Чернівці, Україна

Вступ. У практиці бджільництва пасічники після вилучення меду з вуликів, як правило, використовують осінню підгодівлю колоній медоносних бджіл 50-60 % розчинами цукру або сумішами вуглеводів (цукрово-медова суміш, інвертований цукор, пшеничний сироп з високим вмістом фруктози [1]. Вище зазначені сиропи часом є обмежені за мінеральним складом і тому можуть негативно впливати на подальший розвиток колоній. Альтернативою збалансованої дієти є використання в якості біодобавки до сиропів препарату «Апіплазма» – полімінеральної суміші природного походження з високим вмістом іонів магнію. Дослідження науковців кафедри молекулярної генетики та біотехнології Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича показали, що даний препарат прискорює темпи весняного розвитку колоній медоносних бджіл [2], посилює стійкість бджіл до харчового та температурного стресів [3], покращує зимостійкість колоній [4]. Особливості метаболізму мінеральних речовин в організмі бджіл остаточно не з'ясовано. Вивчення використання полімінеральної суміші безперечно є актуальним для розуміння механізмів покращення резистентності організму бджіл до дії стресових факторів

у критичні періоди їхньої життєдіяльності та підвищення ефективності ведення бджільництва.

Мета роботи: оцінка впливу осінньої підгодівлі бджіл *Apis mellifera* L. цукровим сиропом, збагаченим природним полімінеральним препаратом «Апіплазма» на вміст біометалів у робочих бджіл після зимівлі.

Польовий експеримент проводився на аборигенних медоносних бджолах – гібридах *Apis mellifera macedonica*, *Apis mellifera carnica*, (15 контрольних та 15 дослідних), з двох приватних пасік Чернівецької області, Україна (48.185306 N, 25.776965 E та 48.283530 N, 25.980208 E). Експериментальні колонії не мали зовнішніх ознак захворювань, були вчасно оброблені від кліща *Varroa* препаратом «Біпін». Контрольні колонії підгодовували 50 %-м розчином цукру, а дослідні – 50 %-м розчином цукру з полімінеральним препаратом «Апіплазма» в кількості 0,3 мл на 1000 мл розчину цукру. З серпня по листопад 2022 року здійснено по 10 підгодівель колоній, кожна з яких отримувала по 1 літру сиропу на одну підгодівлю. Робочих бджіл відбирали з колоній весною, після першого очисного обльоту, для визначення вмісту металів в організмі (по 50 особин з кожної колонії). Бджіл з видаленим травним трактом висушували до сталої сухої маси у сушильній шафі BINDER при 150° C. Мокре озолення зразків проводили концентрованою нітратною кислотою у мікрохвильовій печі Anton Paar multiwave 5000. Вміст металів у зразках вимірювали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі C115-M1. Абсолютні концентрації вмісту металів у зразках розраховували у міліграмах на кілограм сухої маси. Результати досліджень статистично опрацьовували за непараметричним критерієм Манна-Уїтні при порівнянні вмісту металів у бджіл взятих з різних пасік та за різних експериментальних умов утримання. Для проведення порівняльного аналізу вмісту металів в організмі бджіл Чернівецької області з іншими регіонами використовували значення довірчих інтервалів для медіани. Критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймався рівним $p \leq 0,05$.

У представлений роботі наведено результати вмісту в організмі медоносних бджіл окремих металів різнопланового значення для життєдіяльності комах: осмотично-активні – К; електро-фізіологічні –

Mg, Ca; редокс-активні – Cu, Fe; кофактори металоферментів – Mg, Zn, Mn [5]. Встановлено, що в тілі робочих медоносних бджіл після зимівлі калію міститься найбільша кількість, а міді – найменша, тоді як всі інші досліджувані нами елементи формують наступний ряд послідовності вмісту металів: $K > Mg > Fe > Ca > Zn > Mn > Cu$.

Проведення порівняльного аналізу даних вмісту металів в організмі бджіл Чернівецької області з даними фахівців інших країн (Молдова, Польща, Сербія, Чехія та США) показало наявність регіональних відмінностей вмісту всіх досліджених металів в тілі робочих бджіл. Однією з причин виявлених розбіжностей може бути те, що на засвоєння макро- та мікроелементів організмом бджіл впливають як мінеральний склад ґрунтів, так і мінеральний склад рослин, особливо нектар та пилок, якими живляться бджоли [6].

Збагачення кормів полімінеральним препаратом «Апіплазма» під час осінньої підгодівлі колоній призводить до зростання вмісту феруму, магнію, кальцію та мангану в тілі робочих бджіл після зимівлі. Вміст інших металів – калію, цинку та міді не залежав від мінерального складу меду, яким живились бджоли під час зимівлі. Слід відмітити, що рівень засвоєння металів за дії полі мінерального препарату «Апіплазма» відрізняється у бджіл з пасік з різним балансом мінералів у довікллі. Як було зазначено в дослідженні Ptaszyńska et al, 2018 дефіцит Mg, Fe, Mn, які спостерігались у бджіл, заражених нозею, можуть бути причиною вищої смертності інфікованих нозею бджіл впродовж зимівлі [7]. У попередніх дослідженнях показано, що підгодівля колоній медоносних бджіл полімінеральним препаратом «Апіплазма» зменшує відсоток втрат робочих бджіл впродовж зимівлі [4], а це може бути пов'язано з встановленим нами оптимальним засвоєнням металів організмом бджіл, що споживали корми з препаратом «Апіплазма».

Таким чином, полімінеральний препарат «Апіплазма», корегує в організмі бджіл мінеральний обмін, покращуючи засвоєння заліза, магнію, кальцію та мангану впродовж зимівлі.

Література:

1. Papežíková I., Palíková M., Syrová E., Zachová A., Somerlíková K., Kovacova V., Peckova L. Effect of feeding honey bee (*Apis mellifera* Hymenoptera: Apidae) colonies

- with honey, sugar solution, inverted sugar, and wheat starch syrup on Nosematosis prevalence and intensity. J. Economic Entomol. 2019. <https://doi.org/10.1093/jee/toz251>
2. Yazlovytska L., Palamar O., Cherevatov O., Kravchuk V., Panchuk I. The influence of the drug "Apiplasma" on the rate of *Apis mellifera* L. colonies development. Proceedings of the 18th COLOSS eConference • 2 & 3 November 2022. P. 20-22
3. Yazlovytska L., Tymochko L., Savchuk G., Karavan V., Kachmaryk D., Kravchuk V., Panchuk I. The effect of drug «Apiplasma» on the adaptation potential of *Apis mellifera* L. under the combination of nutritional and temperature stresses Proceedings of the 18th COLOSS eConference • 2 & 3 November. 2022. P. 19-20.
4. Язловицька Л.С., Паламар. О.В., Караван В.В., Кравчук В.І., Панчук І.І. Оцінка зимостійкості колоній медоносних бджіл *Apis mellifera* L за дії препарату «Апіплазма». Матеріали науково-практичної конференція з міжнародною участю «СУЧАСНЕ БДЖІЛЬНИЦТВО проблеми – досвід – нові технології» м. Київ, 18 серпня 2022. Р. 81-85.
5. Dow J. A. The essential roles of metal ions in insect homeostasis and physiology. Current opinion in insect science. 2017. 23. P. 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.07.001>
6. Borsuk G., Sulborska A., Stawiarz E., Olszewski K., Wiącek D., Ramzi N., Nawrocka A., Jędryczka M. Capacity of honeybees to remove heavy metals from nectar and excrete the contaminants from their bodies. Apidologie. 2021. 52(6). P. 1098–1111. <https://doi.org/10.1007/s13592-021-00890-6>
7. Ptaszyńska A. A., Gancarz M., Hurd P. J., Borsuk G., Wiącek D., Nawrocka A., Strachecka A., Załuski D. Paleolog J. Changes in the bioelement content of summer and winter western honeybees (*Apis mellifera*) induced by *Nosema ceranae* infection. PLOS ONE. 2018. 13(7). e0200410. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200410>