



## АНОТАЦІЯ

**Андрошулік Р.Л. Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком та цитратом Mg. – Кваліфікаційна освітньо-наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії галузі знань 21 «Ветеринарія» за спеціальністю 211 «Ветеринарна медицина». – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2023

Дисертаційна робота присвячена з'ясуванню впливу цитрату Mg та пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 на рівень мінеральних компонентів живлення в тканинах організму та продукції бджіл, білковий обмін та з'ясуванню механізмів стимулюючого впливу на репродуктивну функцію бджолиних маток та життєздатності їхнього розплоду. З використанням сучасних методів фізіологічних і біохімічних досліджень з'ясовано відмінності резистентності та життєздатності, особливості мікробіоти середнього та заднього відділів кишечника бджіл, функціональної активності репродуктивної системи бджолиної матки, за їх підгодівлі Mg цитратом і пробіотиком *Lactobacillus casei* B-7280 у весняний період. Обґрунтовано введення в підгодівлю медоносним бджолам фізіологічно активних доз пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 та Mg цитрату, одержаного за використання методів нанотехнології.

Дисертаційна робота виконана на пасіці-віварію в лабораторії екологічної фізіології та якості продукції Інституту біології тварин НААН. Дослідження проведені у дві етапи. Перший етап проведено в умовах ізольованого утримання медоносних бджіл в умовах садків у термостаті, з підгодівлею Mg цитрату у високих і низьких концентраціях. У період досліджень виконували щодобовий контроль кількості живих і мертвих бджіл у садках, їх рухову і кормову активність. Наступний дослід проведений в умовах стаціонарного утримання на

пасіці-віварію Інституту біології тварин. Дослідження були проведені на двох групах бджолосімей, аналогів за масою бджіл, силою сім'ї, віком матки, по три сім'ї у кожній групі. Бджоли першої (контрольної) групи отримували підгодівлю цукровим сиропом. Друга група бджіл – додатково з цукровим сиропом отримувала 4 мкг/мл Mg у вигляді нанотехнологічного цитрату.

Другий етап передбачав проведення двох дослідів за використання у підгодівлі про біотичних штамів *Lactobacillus casei* B-7280 та *Lactobacillus plantarum* B-7679. Для проведення досліду було сформовано 3 груп бджолиних сімей. Бджоли контрольної (К) групи отримували підгодівлю з цукровим сиропом. Дослідні групи додатково до цукрового сиропу отримували пробіотик *Lactobacillus casei* B-7280 у різних концентраціях. Наступний дослід передбачав застосування різних доз пробіотиків *Lactobacillus casei* B-7280 та *Lactobacillus plantarum* B-7679. У дослідженнях використано ліофілізовані пробіотичні штам *Lactobacillus casei* B-7280 та *Lactobacillus plantarum* B-7976 які виділені в лабораторії з асоційованої культури біологічного матеріалу та депоновані в Українській колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології та вірусології імені Заболотного НАН України. Перед кожним експериментом життєздатність ліофілізованих штамів перевіряли шляхом моніторингу його росту на агаровому середовищі Ман-Рогози-Шарпа (MRS) при 37 °C терміном 24–48 год.

Уперше визначено схему додавання Mg цитрату до цукрового сиропу як компонента підгодівлі медоносних бджіл. Доведено, що Mg цитрату активізує метаболізм мікроелементів у тканинах організму, поліпшують якісні показники бджолопродукції та підвищує інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками. Отримані результати використані для оптимізації компонентів підгодівлі медоносних бджіл і вдосконалення способу підвищення репродуктивної функції їх маток у весняний період.

Згодовування з цукровим сиропом Mg цитрату, відзначалося їхнім синергічним та антагоністичним впливом на рівень окремих мінеральних елементів у тканинах організму та продукції медоносних бджіл. Застосування вищих доз Mg цитрату характеризувалось зниженням вмісту Феруму, Цинку,

Купруму і Мангану у тканинах організму бджіл III і V дослідних груп. Застосування низьких доз Mg цитрату не зазнавало суттєвих відмінностей вмісту Fe, Zn, Cu, на тлі вірогідно вищого вмісту Mn ( $P < 0,05-0,01$ ) порівняно з їх рівнем у тканинах організму бджіл контрольної групи.

Підгодівля бджіл Mg цитрату додатково до цукрового сиропу змінювало співвідношення окремих протеїнових фракцій гемолімфи зі зменшенням відносного вмісту альбуміну,  $\beta$ -глобуліну та збільшенням  $\alpha_2$  і  $\gamma$  глобулінів. Посилення каталазної активності та підвищення вмісту глікогену у гемолімфі вказувало на вищий рівень вуглеводно-енергетичного ресурсу організму бджіл дослідних груп, які утримувалися в умовах термостату.

Фізіологічний вплив Mg цитрату за згодовування у літньо-осінній період характеризувався підвищенням інтенсивності функціонування репродуктивної системи бджолиних маток із зростанням середньодобової та загальної кількості відкладених яєць у дослідній групі. За дії Mg цитрату зростав вміст Fe і Cu ( $P < 0,05$ ), на тлі зниження концентрації Zn. У меді виявлено нижчі концентрації Fe, Cu, Zn та вищу діастазну активність ( $P < 0,05$ ) і пролін ( $P < 0,01$ )

Обґрунтовано введення в підгодівлю медоносним бджолам фізіологічно активних доз пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280. З'ясовано відмінності резистентності та життєздатності, а також особливості мікробіоти середнього та заднього відділів кишечника бджіл за підгодівлі пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280. Порівняльний аналіз одержаних результатів застосування різних доз пробіотиків *Lactobacillus casei* B-7280 та *Lactobacillus plantarum* B-7679 вказує на їх позитивний вплив на життєздатність бджіл, визначену за щодобовою та 7-добовою кількістю живих і мертвих бджіл. Застосування пробіотичних штамів *Lactobacillus casei* B-7280 і *Lactobacillus plantarum* B-7679 для підгодівлі бджіл за умов лабораторного термостату приводило до кількісних змін у складі кишкової мікробіоти бджіл, зокрема до збільшення кількості молочнокислих бактерій та біфідобактерій, а також зменшення кількості деяких інших груп мікроорганізмів в кишківнику.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Уперше науково обґрунтовано фізіолого-біохімічний вплив Mg цитрат на організм бджіл, розроблено способи застосування цих сполук в підгодівлі медоносних бджіл для оптимізації його мінерального обміну, інтенсивності яйцекладки бджолиних маток у весняний період, виявлено відмінності співвідношення фракцій білків і вмісту мікроелементів у тканинах та продукції у весняний період. Вперше визначено схему і дози дозування Mg цитрату, отриманого методом нанотехнології, до цукрового сиропу як компонента підгодівлі медоносних бджіл, доведено стимулювальний вплив на метаболізм окремих мікроелементів у тканинах організму, вміст цих речовин у продукції, інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками. Вперше експериментально визначено фізіологічні відмінності дії пробіотиків *Lactobacillus casei* B-7280 та *Lactobacillus plantarum* B-7679 на показники мінерального та білкового обміну, склад кишкової мікробіоти, активність каталази та білкового обміну.

**Практичне значення отриманих результатів.** Обґрунтовано доцільність застосування Mg цитрату у підгодівлі медоносних бджіл для підвищення життєздатності, резистентності, продуктивності та репродуктивної функції бджолиних маток. Застосування Mg цитрату у живленні бджолиних сімей оптимізує вміст і співвідношення окремих біотичних мікроелементів у тканинах організму бджіл та їх продукції. Результати досліджень використані для обґрунтування способу підгодівлі бджіл, інтерпретації фізіологічних механізмів впливу Mg цитрату на репродуктивну функцію та інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками.

Стимулюючий вплив пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 у концентрації  $10^6$  КУО/мл. на життєздатність, резистентність та покращення складу кишкової мікробіоти бджіл використано для наукового обґрунтування пропозицій щодо його застосування у підгодівлі із цукровим сиропом.

Основні наукові положення та практичні пропозиції, що одержані за результатом виконаних досліджень за темою дисертаційної роботи, використовуються в науковій і навчальній роботі процесі у Основні положення

дисертаційної роботи використовуються в науковій і практичній роботі «Буковинській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України», Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України, а також впроваджені у навчальний процес Дніпровського державного аграрно-економічного університету, Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка з дисциплін «Фізіологія тварин» у розділі «Фізіологія обміну речовин і травлення» та спеціалізації «Бджільництво».

**Ключові слова:** бджоли, нанотехнології, цитрат Mg, життєздатність, пробіотик, мікробіота кишківника, каталаза, білок, яйцекладка, продуктивність

## SUMMARY

**Androshulik R. L. Viability and reproduction of honey bees fed with probiotic and Mg citrate. - Scientific qualification work on the rights of a manuscript.**

**Dissertation for the scientific degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 21 “Veterinary Medicine”, specialty 211 “Veterinary Medicine” - Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, 2023.**

The dissertation is devoted to clarifying the effect of Mg citrate and probiotic *Lactobacillus casei* B-7280 on the level of mineral nutritional components in body tissues and bee products, protein metabolism, and the mechanisms of the stimulating effect on the reproductive function of bee queens and the viability of their brood. Modern physiological and biochemical research methods were used to study the differences in the resistance and vitality, the peculiarities of the microbiota of the middle and hind intestines of bees, and the functional activity of the reproductive system of the bee queens after their feeding with Mg citrate and the probiotic *Lactobacillus casei* B-7280 in the spring period. The addition of physiologically active doses of the probiotic *Lactobacillus casei* B-7280 and Mg citrate, obtained using nanotechnology methods, into the feeding of honey bees is justified.

The dissertation work was performed in the apiary of laboratory of environmental physiology and production quality of the Institute of Animal Biology of NAAS. The research was conducted in two phases. The first phase of the research was carried out in the conditions of isolated keeping of honey bees in thermostat cages and feeding with Mg citrate in high and low concentrations. Daily monitoring of the number of live and dead bees in cages, their movement and feed activity during the study was carried out. The following experiment was conducted in the conditions of stationary maintenance in the apiary of the Institute of Animal Biology. Two groups of bee colonies, similar in bee weight, colony strength, and queen age were formed. There

were three families in each group. The bees of the first (control) group were fed with sugar syrup. The second group of bees received 4 µg/mL of Mg in the form of nanotechnological citrate in addition to sugar syrup.

The second phase included two experiments with the use of probiotic strains *Lactobacillus casei* B-7280 and *Lactobacillus plantarum* B-7679 in bee feeding. Three groups of bee families were formed to conduct the experiment. Bees of the control (C) group were fed with sugar syrup. In addition to sugar syrup, experimental groups received the probiotic *Lactobacillus casei* B-7280 in different concentrations. The next study included the use of different doses of probiotics *Lactobacillus casei* B-7280 and *Lactobacillus plantarum* B-7679. Lyophilized probiotic strains *Lactobacillus casei* B-7280 and *Lactobacillus plantarum* B-7976 were isolated in the laboratory from the associated culture of biological material and deposited in the Ukrainian collection of microorganisms of the D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine. Before each experiment, the viability of the lyophilized strains was checked via monitoring of their growth on Man-Rogosa-Sharpe (MRS) agar medium at 37 °C for 24–48 h.

For the first time, the scheme of adding of Mg citrate to sugar syrup as a component of honey bee feeding was defined. It was proven that Mg citrate activates the metabolism of trace elements in body tissues, improves the quality indicators of bee production and increases the intensity of the egg-laying of queen bees. The obtained results were used to improve the way of increasing the reproductive function of queen bees and optimize the components of honey bee feeding in the spring period.

The Mg citrate feeding with sugar syrup was marked by a synergistic and antagonistic effect on the level of mineral elements in body tissues and bee products. The use of high doses of Mg citrate caused a decrease in the content of Iron, Zinc, Copper and Manganese in the body tissues of bees of III and V experimental groups. Low doses of Mg citrate in bee feeding did not induce significant differences in the content of Fe, Zn, and Cu, compared to their level in the body tissues of bees of the control group. However, low doses of Mg citrate caused an incensement in the content of Mn ( $P < 0.05-0.01$ ).



The feeding of bees with Mg citrate in addition to sugar syrup changed the ratio of individual protein fractions of hemolymph. The relative content of albumin and  $\beta$ -globulin decreased, but  $\alpha_2$  and  $\gamma$  globulins increased. Increased catalase activity and increased glycogen content in the hemolymph indicated a high level of the carbohydrate source of energy in the body of the bees of the experimental groups that were kept in the thermostat conditions.

In the summer-autumn period, bees feeding with Mg citrate increased the reproductive ability of honey bee queens. The average daily and total number of bee queens' egg-laying intensity was improved in the experimental group. The content of Fe and Cu increased ( $P < 0.05$ ) and the concentration of Zn decreased after Mg citrate feeding. Low concentrations of Fe, Cu, Zn and high diastase activity ( $p < 0.05$ ) and proline ( $p < 0.01$ ) were found in honey.

The introduction of physiologically active doses of the probiotic *Lactobacillus casei* B-7280 into the feeding of honey bees is justified. The differences in resistance and viability, as well as features of the microbiota of the midgut and hindgut of bees fed with the probiotic *Lactobacillus casei* B-7280, were clarified. A comparative analysis of the results obtained using different doses of probiotics *Lactobacillus casei* B-7280 and *Lactobacillus plantarum* B-7679 indicates their positive effect on the viability of bees. The bee viability was measured by daily and 7-day counting of the number of living and dead bees. The use of probiotic strains *Lactobacillus casei* B-7280 and *Lactobacillus plantarum* B-7679 for bee feeding under the conditions of a laboratory thermostat led to quantitative changes in the composition of the intestinal microbiota of bees. The number of lactic acid bacteria and bifidobacteria increased and the number of some other groups of microorganisms decreased in bees guts.

**Scientific novelty of the obtained results.** For the first time, the physiological and biochemical effect of Mg citrate on the bee body was scientifically justified. The methods of using these compounds in the feeding of honey bees were developed to adjust the mineral metabolism and the intensity of egg-laying of bee queens in the spring period. The differences in the ratio of protein fractions and the content of microelements in bee tissues and bee products in the spring feeding period were

observed. For the first time, the scheme and doses of the adding of Mg citrate, obtained via nanotechnology method, to sugar syrup as a component of honey bees feeding were determined. The stimulating effect on the metabolism of individual microelements in body tissues, the content of these substances in products, and the intensity of egg-laying of queen bees have been proven. For the first time, the differences in the physiological effect of probiotics *Lactobacillus casei* B-7280 and *Lactobacillus plantarum* B-7679 on mineral nutrition, composition of intestinal microbiota, catalase activity and protein metabolism were established experimentally.

**Practical value of the obtained results.** The expediency of using Mg citrate in honey bees feeding to increase the viability, resistance, productivity and reproductive function of queen bees is justified. The use of Mg citrate in the nutrition of bee families enhances and optimizes the content and ratio of individual trace elements in the body tissues of bees and their products. The results of the research are used to justify the feeding method of bees, to interpret the physiological mechanisms of the influence of Mg citrate on the reproductive function and the intensity of egg-laying of queen bees.

The stimulating effect of the probiotic strain *Lactobacillus casei* B-7280 at a concentration of  $10^6$  CFU/ml on the viability, resistance and improvement of the composition of gut microbiota of bees was used for the scientific justification of the proposals for addition of this probiotic to sugar feeding of bees.

The main scientific findings and practical proposals obtained as a result of the completed research on the topic of the dissertation work are used in science and education. The main thesis of the dissertation work are implemented in the scientific and practical work of the "Bukovyna State Agricultural Research Station of Institute of Agriculture of the Carpathian Region", Institute of Agriculture of the Carpathian Region of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, and are also used in the educational process of the Dnipro State Agrarian and Economic University, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University in the disciplines "Animal Physiology" in the chapter "Physiology of Metabolism and Digestion" in the specialty "Beekeeping".

**Key words:** bees, nanotechnologies, Mg citrate, viability, probiotic, gut microbiota, catalase, protein, egg-laying, productivity.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних*

1. Ковальчук П, **Андрошулік РЛ**, Цап ММ Вплив різних доз цитрату магнію на життєздатність бджіл. Бджільництво України. 2022; 9: 57-63 <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.00> (Здобувач провів експериментальні дослідження, статистично опрацював отримані дані, взяв участь у написанні статті)
2. Ковальчук П, Федорук РС, Співак МЯ, Цап ММ, Пилипець АЗ, **Андрошулік РЛ** Вплив впоювання з цукровим сиропом пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 у різних дозах на життєздатність бджіл. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2023; 1 (60): 39-45. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.1> (Здобувач провів дослідження впливу пробіотика на життєздатність бджіл, статистично опрацював одержані результати, брав участь у написанні статті).
3. Ковальчук П, Цап ММ, **Андрошулік РЛ**, Пилипець АЗ, Денис ГГ Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі магнієм цитрату. Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2023; 25(109): 8-12 <https://doi.org/10.32718/nvlvet10902> (Здобувач виконав дослідження мікроелементного складу тканин організму медоносних бджіл, взяв участь у аналізі результатів, написанні статті).
4. Ковальчук П, **Андрошулік РЛ**, Пилипець АЗ, Цап ММ Вміст загального білка та його фракцій у гемолімфі та тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі цитрату Mg. Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2023; 25(111): 90-96 (Здобувач проаналізував та узагальнив літературні джерела, взяв участь в аналізі даних, написанні та оформленні статті).

5. Андрoшулік РЛ, Ковальчук П Репродуктивна здатність бджолиних маток та продуктивність бджіл за підгодівлі магнію цитратом. Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2023; 24(2): 25-32 (Здобувач виконав експериментальну частину досліджень і взяв участь у написанні статті).

**Статті у науковому фаховому виданні України, включеному до наукометричної бази даних Scopus**

6. Fedoruk RS, Kovalchuk P, Pylypets AZ, Tsap MM, Lesyk YV, **Androshulik RL**, Demchenko OA, Tymoshok NO, Babenko LP The effect of probiotic microorganisms on catalase activity, fractional composition of soluble proteins, and intestinal microbiota of honey bees Microbiological Journal. 2023; (4): 46-57, <https://doi.org/10.15407/microbiolj85.04.046> (Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати, взяв участь у написанні статті).

**Розділ у колективній монографії**

7. Kovalchuk I.I., Androshulik R.L. The use of probiotics to increase the viability of bees a Collective monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023: 41-59 <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-3> (Здобувач проаналізував та узагальнив отримані дані, спільно написав та підготував розділ монографії до друку).

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

**Тези наукових доповідей**

8. Ковальчук П, Андрoшулік РЛ Вплив впоювання Mg цитрату медоносним бджолам на їх життєздатність. Актуальні проблеми фізіології тварин : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 120-річчю О. В. Квасницького (м. Полтава, 17–18 вересня 2020). Полтава: РВВ ПДАА, 2020: 50-51 (Здобувач взяв

*участь у проведенні досліджень, узагальненні та аналізі отриманих даних, написанні тез).*

9. Ковальчук П, **Андрoшулік РЛ**, Ковальчук НЯ Вплив пробіотиків на медоносних бджіл. Ефективне бджолозапилення: від підвищення урожайності до збереження біорізноманіття: збірник матеріалів науковопрактичної конференції з міжнародною участю. 11 листопада 2020 р. Київ: USAID (АГРО), 2020: 92-93. *(Здобувач провів аналіз експериментальних даних й узагальнив результати, підготував тези до друку).*

10. **Андрoшулік РЛ**, Ковальчук П Вплив різних доз цитрату магнію на життєздатність медоносних бджіл. Біологія тварин. 2020; 24(4): 28 *(Здобувач проаналізував й узагальнив результати досліджень, написав тези).*

11. Kovalchuk P, **Androshulik RL**, Tsap MM Content of total protein and its fractions in hemolymph of bees depending on the level of introduction to sugar syrup citrates Mg. The Animal Biology. 2021; 23 (3): 61 *(Здобувач взяв участь у проведенні досліджень і написав тези).*

12. Kovalchuk P, Tsap MM, **Androshulik RL**, Kroh AO Viability of bees under consumption of different doses of magnesium citrate. 5<sup>th</sup> International Scientific Conference Agrobiodiversity for Improving the Nutrition, Health, Life Quality, and Spiritual Human Development, Nitra, 2021: 81 *(Здобувач проаналізував й узагальнив результати досліджень, написав тези).*

13. **Андрoшулік РЛ**, Ковальчук П Життєздатність медоносних бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату Mg. Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи», Дніпропетровськ, 2021: 17-18 *(Здобувач виконав експериментальну частину досліджень, проаналізував дані і взяв участь у написанні тез).*

14. **Андрoшулік РЛ**, Ковальчук П Активність каталази в гемолімфі та тканинах організму бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату Mg Тези доповідей II конференції “Сучасні методи діагностики, лікування та профілактика у ветеринарній медицині” присвячена 140-річчю

відкриття навчального закладу “Цісарсько-королівська школа та школа підковування коней разом із клінікою-стаціонаром для тварин у Львові”. Львів, 2021: 18-19 (*Здобувач проаналізував результати досліджень і взяв участь у написанні тез*).

15. Ковальчук П, Цап ММ, **Андрoшулік РЛ**, Пилипець АЗ Вплив різних доз *LACTOBACILLUS CASEI* на життєздатність бджіл в умовах термостату. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи» (6-7 червня 2022 р.), Дніпро, 2022: 91-93 (*Здобувач провів дослідження впливу різних доз пробіотика на життєздатність бджіл, статистично опрацював одержані результати, взяв участь у написанні тез*).

16. **Андрoшулік РЛ** Життєздатність медоносних бджіл за дії різних доз пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в умовах термостату. Тези доповідей XX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 90-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента НААН, заслуженого діяча науки і техніки України Макара Івана Арсентійовича 19 травня 2022 року, м. Львів, Біологія тварин. 2022; 24 (2): 22

17. Ковальчук П, Цап ММ, Бабенко ЛП, Пилипець АЗ, **Андрoшулік РЛ** Вплив пробіотиків *LACTOBACILLUS CASEI* і *LACTOBACILLUS PLANTARUM* на життєздатність бджіл. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «СУЧАСНЕ БДЖІЛЬНИЦТВО: проблеми – досвід – нові технології». Київ, 2022: 37-41 (*Здобувач проаналізував й узагальнив результати досліджень, написав тези*).

18. Ковальчук П, **Андрoшулік РЛ** Вплив пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в різних дозах на життєздатність бджіл. Збірник тез всеукраїнської науково-практичної конференції: «Інновації щодо зимівлі та весняного розвитку бджолиних сімей». 2023: 34-36 (*Здобувач взяв участь у аналізі результатів досліджень та написанні тез*).

19. **Андрoшулік РЛ, Ковальчук П** Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком *L. casei* В-7280 Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин» присвяченої 100-річному ювілею ректора Степана Васильовича Стояновського (м.Львів, 25-26 травня 2023) – Львів: ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2023: 8. *(Здобувач провів визначення вмісту мікроелементів у зразках, проаналізував та узагальнив результати, взяв участь у написанні тез).*

20. **Андрoшулік РЛ** Активність каталази тканин організму та фракційний склад розчинних білків гемолімфи бджіл за умов підгодівлі з цукровим сиропом пробіотиків В-7280 і В-7679 Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених присвяченій 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Шавкуна Василя Юхимовича (07.07.1923 - 18.11.2012). Біологія тварин. 2023; 25(2): 49

## ЗМІСТ

<b>АНОТАЦІЯ.....</b>	<b>2</b>
<b>СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ.....</b>	<b>11</b>
<b>ЗМІСТ.....</b>	<b>16</b>
<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ.....</b>	<b>18</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>19</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>25</b>
1.1. Мінеральне живлення медоносних бджіл.....	25
1.2. Фізіологічне значення магнію для життєдіяльності бджіл.....	26
1.3 Фактори формування імунітету бджіл.....	28
1.4. Особливості системи травлення бджіл та склад мікробіоти.....	31
1.5 Вплив пробіотичних препаратів на розвиток бджолиних сімей.....	36
1.6 Узагальнення огляду літератури.....	38
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>40</b>
2.1 Обґрунтування вибору напрямку й об'єкту досліджень.....	40
2.2 Основні методи дослідження .....	47
<b>РОЗДІЛ 3. ВЛАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>53</b>
3.1. Життєздатність бджіл за підгодівлі магнію цитрату у високій і низькій концентраціях.....	53
3.2. Вміст окремих мікроелементів у тканинах бджіл за підгодівлі магнію цитрату у високій і низькій концентраціях.....	61
3.3 Вміст загального білка та фракційний склад білків у гемолімфі та тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі магнію цитрату у високій і низькій концентраціях.....	65
3.4 Репродуктивна здатність бджолиних маток та продуктивність бджіл за підгодівлі магнію цитрату у весняний період.....	72
3.5 Дослідження дії різних доз пробіотика <i>Lactobacillus casei</i> В-7280 на життєздатність медоносних бджіл.....	80
3.6 Особливості мінерального та білкового обміну, активність каталази та спектр кишкової мікробіоти бджіл за дії різних доз пробіотика <i>Lactobacillus casei</i> В-7280.....	91



<b>3.7</b>	<b>Життєздатність медоносних бджіл за дії різних доз пробіотиків <i>Lactobacillus casei</i> В-7280 та <i>Lactobacillus plantarum</i> В-7679.....</b>	<b>97</b>
<b>3.8</b>	<b>Активність каталази, фракційний склад розчинних білків гемолімфи та спектр кишкової мікробіоти бджіл за підгодівлі цукровим сиропом з додаванням <i>Lactobacillus casei</i> В-7280 та <i>Lactobacillus plantarum</i> В-7679.....</b>	<b>108</b>
<b>РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ....</b>		<b>118</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>		<b>135</b>
<b>ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....</b>		<b>138</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>		<b>139</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>		<b>161</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ

**ЦС** — цукровий сироп

**МЕ** — мінеральні елементи

**ВА** – біфідобактерії

**АМП** - антимікробні пептиди

**МПА** – м'ясо-пептонний агар;

**BAIRD-PARKER-Agar**– селективне середовище для виділення стафілококів;

**KF-Streptococcus agar** – селективне середовище для виділення стрептококів;

**MRSA** – Man-Rogosa-Sharpe agar селективне середовище для виділення лактобактерій;

**ЕНДО**– селективне середовище для виділення коліформних бактерій;

**АФК** - активні форми кисню,

**У.М.О.** – умовна медова одиниця

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Медоносна бджола (*Apis mellifera* L.), відіграє важливу роль у збереженні біорізноманіття, стабільності екосистеми та сільськогосподарського виробництва шляхом запилення. Великі втрати популяції медоносних бджіл за останні десятиліття загрожують як екосистемі, так і продовольчій безпеці країни. Особливу увагу приділяють факторам, що погіршують морфофункціональний стан бджіл. Тому сучасне бджільництво спрямоване на отримання безпечної екологічної продукції, розроблення засобів і методів стимуляції розмноження і підвищення стійкості бджіл до різних збудників хвороб, а також захист від несприятливих умов навколишнього середовища [50, 52, 71, 72].

Погіршення кормової бази або її зміна – один із чинників, що негативно впливає на здоров'я бджіл і розвиток колоній та викликає їх загибель. Дефіцит корму або незначне порушення компонентного складу може ослаблювати імунну систему бджіл, внаслідок чого їх організм стає більш вразливим до застосування хімічних препаратів і захворювань різної етіології [8, 31, 47]. Особливої уваги у системі профілактики захворюваності бджіл заслуговують дослідження щодо фізіологічного обґрунтування застосування пробіотиків, антибактеріальні і антифунгіальні властивості яких обумовлені високою антагоністичною активністю до широкого спектру патогенних і умовнопатогенних мікроорганізмів [49]. Фізіологічний вплив пробіотиків пов'язаний з нормалізацією кишкової бактеріальної мікрофлори та участі в модуляції запальних реакцій. У шлунково-кишковому тракті пробіотики чинять як пряму дію на патогенні та умовнопатогенні мікроорганізми, так і непряму – активуючи специфічні та неспецифічні захисні системи організму [51, 52, 53, 70, 74].

Одним з перспективних та ефективних методів підвищення стійкості бджолиних родин до негативних зовнішніх чинників є використання мінеральних елементів, отриманих методом нанотехнології. Відомо, що Магній є антиоксидантом у біологічних системах, а баланс антиоксидантів/прооксидантів корелює з його концентрацією.  $Mg^{2+}$  бере участь практично в усіх основних

біохімічних процесах у клітині та відповідає за численні функції в організмі, включаючи нервово-м'язову, накопичення та передачу енергії, метаболізм глюкози, ліпідів та білків, стабільність ДНК та РНК і проліферація клітин. Цей елемент забезпечує скорочення-розслаблення м'язів і бере участь у внутрішньоклітинному обміні речовин і метаболізмі АТФ відповідно [132, 150, 180].

Актуальність досліджуваних питань, а також недостатність вивчення закономірності мінерального і ліпідного обміну в організмі медоносних бджіл, склад мікробіоти кишечника, їх резистентність, розмноження і продуктивність, викликають необхідність проведення всебічних досліджень, що дозволяють оцінити стан організму медоносних бджіл, стимулювати яйцекладку бджолиних маток, підвищити життєздатність бджіл, біологічну цінність і якість продукції.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дослідження, що увійшли до дисертаційної роботи, є частиною науково-дослідної роботи лабораторії екологічної фізіології та якості продукції Інституту біології тварин НААН за завданнями: 35.00.01.03 Ф «Вивчити особливості органо-тканинного розподілу есенціальних ультрамікроелементів (Ge, Ni, Co) в організмі тварин за різних рівнів їхнього надходження» (№ ДР 0116U001406) і 33.00.02.05.Ф Дослідження механізмів впливу цитратів мікроелементів та імунобіотика на організм бджіл (№ ДР 0121U108807). Здобувач досліджував життєздатність, вміст мікроелементів і ліпідів у тканинах, продукції медоносних бджіл та репродуктивну здатність бжоліних маток.

**Мета і задачі дослідження.** Мета роботи – з'ясувати фізіологічні і біохімічні механізми впливу Mg цитрату та пробіотика на вміст мікроелементів у тканинах організму і продукції бджіл, білковий спектр, склад мікробіоти кишечника та розробити способи підвищення репродуктивної функції бджолиних маток і життєздатності їхнього розплоду.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

□ дослідити збереженість та життєздатність бджіл за підгодівлі пробіотиками *Lactobacillus casei* B-7280 і *Lactobacillus plantarum* B-7679 та різних доз магнію цитрату за утримання в ентомологічних садках;

□ вивчити вплив різних доз Mg цитрату на вміст загального білка та співвідношення його фракцій у гемолімфі та тканинах організму бджіл;

□ проаналізувати вміст окремих мікроелементів, глікогену, каталазну активність у тканинах організму бджіл за підгодівлі різних доз Mg цитрату;

□ визначити вміст загального білка, його фракційний склад білків гемолімфи та тканин організму бджіл за підгодівлі пробіотиками *Lactobacillus casei* B-7280 і *Lactobacillus plantarum* B-7679;

□ дослідити вплив різних кількостей пробіотиків *Lactobacillus casei* B-7280 і *Lactobacillus plantarum* B-7679 введених до компонентів підгодівлі на склад мікробіоти кишечника бджіл;

□ дослідити інтенсивність яйцекладки, експериментально обґрунтувати і розробити способи підвищення репродуктивної функції бджолиних маток за підгодівлі Mg цитратом у весняний період;

□ розробити способи підвищення життєздатності медоносних бджіл і біологічної цінності та якості продукції бджільництва за використання Mg цитрату

*Об'єкт дослідження*- процеси мінерального та білкового обміну в організмі бджіл, їх мінеральне живлення організму та якість продукції, репродуктивна здатність бджолиних маток за підгодівлі Mg цитрату.

*Предмет дослідження* – особливості впливу Mg цитрату на вміст мікроелементів, загального білка і співвідношення його фракцій у тканинах організму медоносних бджіл та зміни якості їх продукції.

*Методи дослідження* — фізіологічні (інтенсивність яйцекладки, продуктивність бджіл), біохімічні (загальний білок і співвідношення його фракцій, каталаза, глікоген); мікробіологічні (склад мікробіоти кишечника),

фізико-хімічні статистичні (середні величини та їх відхилення, вірогідність міжгрупової різниці).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше науково обґрунтовано фізіолого-біохімічний вплив Mg цитрат на організм бджіл, розроблено способи застосування цих сполук в підгодівлі медоносних бджіл для оптимізації його мінерального обміну, інтенсивності яйцекладки бджолиних маток у весняний період, виявлено відмінності співвідношення фракцій білків і вмісту мікроелементів у тканинах та продукції у весняний період. Вперше визначено схему і дози дозування Mg цитрату, отриманого методом нанотехнології, до цукрового сиропу як компонента підгодівлі медоносних бджіл, доведено стимулювальний вплив на метаболізм окремих мікроелементів у тканинах організму, вміст цих речовин у продукції, інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками. Вперше експериментально визначено фізіологічні відмінності дії пробіотиків *Lactobacillus casei* B-7280 та *Lactobacillus plantarum* B-7679 на показники мінерального та білкового обміну, склад кишкової мікробіоти, активність каталази та білкового обміну.

**Практичне значення отриманих результатів.** Обґрунтовано доцільність застосування Mg цитрату у підгодівлі медоносних бджіл для підвищення життєздатності, резистентності, продуктивності та репродуктивної функції бджолиних маток. Застосування Mg цитрату у живленні бджолиних сімей оптимізує вміст і співвідношення окремих біотичних мікроелементів у тканинах організму бджіл та їх продукції. Результати досліджень використані для обґрунтування способу підгодівлі бджіл, інтерпретації фізіологічних механізмів впливу Mg цитрату на репродуктивну функцію та інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками.

Стимулюючий вплив пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 у концентрації  $10^6$  КУО/мл. на життєздатність, резистентність та покращення складу кишкової мікробіоти бджіл використано для наукового обґрунтування пропозицій щодо його застосування у підгодівлі із цукровим сиропом.

Основні наукові положення та практичні пропозиції, що одержані за результатом виконаних досліджень за темою дисертаційної роботи, використовуються в науковій і навчальній роботі процесі у Основні положення дисертаційної роботи використовуються в науковій і практичній роботі «Буковинській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України», Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України, а також впроваджені у навчальний процес Дніпровського державного аграрно-економічного університету, Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка з дисциплін «Фізіологія тварин» у розділі «Фізіологія обміну речовин і травлення» та спеціалізації «Бджільництво».

**Особистий внесок здобувача.** Обґрунтування теми дисертаційної роботи, патентний пошук і аналіз наукової літератури здійснено здобувачем особисто. Формування плану роботи, постановка мети та завдань, обговорення результатів проведено спільно з науковим керівником. Здобувач опанував методичні підходи до розв'язання поставлених завдань та необхідні методи досліджень, виконав експериментальну частину роботи, здійснив аналіз і статистичне опрацювання отриманих результатів, їх публікацію у т.ч. у співавторстві, підготував до захисту дисертаційну роботу.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи були представлені на міжнародних та всеукраїнських конференціях: «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем у біології, тваринництва та ветеринарній медицині» (м.Львів, 2020, 2021, 2022, 2023); «Актуальні проблеми фізіології тварин» (м.Львів, 2020, 2023); «Ефективне бджолозапилення: від підвищення урожайності до збереження біорізноманіття» (м.Київ, 2020); «Agrobiodiversity for Improving the nutrition, Health, Quality of life and spiritual human development» (Nitra, 2021); «Сучасні методи діагностики, лікування та профілактики у ветеринарній медицині» (м.Львів, 2021); «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи» (м.Дніпро, 2021, 2022); «Сучасне бджільництво: проблеми-досвід-нові технології»

(м.Київ, 2022); «Інновації щодо зимівлі та весняного розвитку бджолиних сімей (м.Житомир, 2023);

**Публікації.** Відповідно до одержаних даних з проведених досліджень по дисертаційній роботі опубліковано 20 наукових праць, у тому числі 6 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття в міжнародній наукометричній базі даних Scopus, розділ у колективній монографії та 13 тез наукових доповідей.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 170 сторінках комп'ютерного тексту і складається з: анотацій, вступу, огляду літератури, загальної методики та основних методів досліджень, результатів власних досліджень, узагальнення та обговорення результатів досліджень, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел і додатків. Дисертаційна робота проілюстрована 17 рисунками та 30 таблицями. Список використаних джерел містить 200 джерел, з яких 133 латиницею.



## РОЗДІЛ 1.

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Мінеральне живлення медоносних бджіл

Мінеральне живлення медоносних бджіл забезпечується з пилку і нектару надходженням життєвоважливих елементів, фізіологічна роль яких встановлена для організму (Mg, Ca, Fe, Zn, Cr, Cu, Mn, I, Se [32, 64]. Разом з тим, дослідження показують, що бджоли регулюють споживання мінеральних речовин, як і інші тварини, залежно від певних пропорцій мікро- та макроелементів в компонентах живлення. Ця форма регулювання здійснюється як окремими особинами, так і на рівні бджолої сім'ї [54, 111]. Доведено, що дефіцит надходження окремих мінеральних елементів в організм бджіл у критичні весняний і осінньо-зимовий періоди їх життєдіяльності зумовлює порушення обмінних процесів і знижує стійкість до захворювань [57, 194]. Порушення обміну речовин в організмі бджіл, не повноцінний розвиток розплоду та ослаблення сімей, неефективне використання природного корму пов'язані з недостатнім забезпеченням бджіл поживними і біологічно активними речовинами.

Мінеральні компоненти кормової рослини відіграють важливу роль у функціонуванні карбонатно-бікарбонатної буферної системи регуляції кислотно-лужної рівноваги в органах травлення і калій-гістидин-глутамінової системи в гемолімфі бджіл [61, 79, 80, 175]. Формування цих систем у значній мірі залежить від нормального їхнього забезпечення мінеральними елементами з корму. Порушення роботи буферних систем унаслідок нестачі мінеральних речовин у кормі знижує життєздатність організму, оскільки приводить до виникнення некомпенсованого ацидозу. Зміни хімічного складу рослин за цими параметрами чи перехід на нову кормову рослину супроводжують зсувом ферментативної діяльності кишечника і, таким чином, пригнічують ріст і розвиток комах [63, 163].

Відомо, що мінеральні елементи (Ca, Mg, Co, Zn, Fe і інші) беруть участь у біохімічних реакціях і входять до низки ензимів, вітамінів, гормонів як структурні елементи та каталізатори. Кальцій (Ca) і Магній (Mg) забезпечують скорочення-розслаблення м'язів і беруть участь у внутрішньоклітинній комунікації та метаболізмі АТФ відповідно [196]. У дрозоді Ca необхідний для активації яйця [176], а Mg покращує функцію пам'яті [94]. Магній бере активну участь у багатьох фізіологічних процесах: регулює стан клітинної мембрани, трансмембранне перенесення іонів кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ) і натрію ( $\text{Na}^+$ ). Особливості його метаболізму полягають у тому, що він не тільки підтримує життєдіяльність, але й забезпечує ріст і розвиток організму в цілому [19].

На сьогодні в Україні налагоджене унікальне екологічне виробництво нанотехнологічних карбоксилатів на основі макро- і мікроелементів, безпечність для людей і тварин яких підтверджена низкою досліджень у провідних наукових центрах [14, 131]. Дія низьких доз мінеральних елементів у складі нанотехнологічних цитратів відзначається їхнім регуляторним впливом на окисно-відновні та анаболічно-катаболічні процеси в окремих системах, органах, тканинах організму [21, 147].

Саме тому важливим напрямком досліджень цих сполук у різних формах є застосування їх для підвищення життєздатності бджіл, вивчення процесів їх засвоєння та впливу на фізіолого-біохімічні показники

## **1.2 Фізіологічне значення магнію для життєдіяльності бджіл**

Як відомо, Магній - один із поширеніших елементів у природі. Встановлено, що солі Магнію добре розчиняються у воді. Близько 20% елемента міститься у тканинах з високою метаболічною активністю. Основна частина важкорозчинних солей Магнію переходить у кишечник, після з'єднання їх з жирними і лужними кислотами всмоктується у кров [83]. Ці комплексні сполуки магнію надходять печінку. До 40-45% елемента абсорбується у шлунково-кишковому тракті [65]. Як важливий внутрішньоклітинний елемент, Магній, бере участь разом з іонами

інших елементів у збереженні іонної рівноваги рідких середовищ організму; входить до складу ферментів, пов'язаних з обміном фосфору та вуглеводів [12, 13].

В організмі магній бере участь у синтезі білка і нуклеїнових кислот; є фізіологічним антагоністом кальцію; задіяний в обміні білків, жирів і вуглеводів; контролює баланс внутрішньоклітинного калію; бере участь в переносі, зберіганні й утилізації енергії; знижує вміст ацетилхоліну в нервовій тканині; задіяний у мітохондріальних процесах; розслабляє гладеньку мускулатуру; бере участь в регуляції нейрохімічної передачі і м'язової збудливості (зменшує збудливість нейронів і сповільнює нейрон-м'язову передачу); є кофактором багатьох ферментативних реакцій (гідроліз і перенос фосфатної групи, функціонування  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  -АТФази,  $\text{Ca}^{2+}$  -АТФ-ази, протонного насоса); перешкоджає проходженню іонів кальцію через пресинаптичну мембрану; підвищує осмотичний тиск в просвіті кишечника, прискорює пасаж кишкового вмісту; сприяє зниженню артеріального тиску; пригнічує агрегацію тромбоцитів [19, 75, 128].

Найбільш загальний ефект впливу магнію на будь-яку тканину полягає в тому, що іони магнію необхідні для стабілізації некодуєчих РНК. Дефіцит магнію призводить до збільшення числа дисфункціональних молекул тРНК, таким чином, знижуючи та уповільнюючи загальну швидкість білкового синтезу. Відомо, що іони магнію у позаклітинній рідині інгібують викид нейромедіаторів (ацетилхоліну та катехоламінів) [86, 145].

За рахунок цього магній надає загальмовує центральну нервову систему дію, розслабляє м'язові волокна, будучи таким чином природнім антистресовим фактором, здатним створювати позитивний психологічний настрій. Нормальна концентрація магнію в сироватці становить 0,8–1,2 ммоль/л. При визначенні рівня магнію сироватки крові нижче 0,8 ммоль/л діагноз дефіциту магнію достовірний, оскільки свідчить про відсутність можливостей підтримки необхідного рівня елемента у плазмі крові. Його концентрація у крові 0,7–0,8 ммоль/л вважається ознакою легкої недостатності, 0,5-0,7 ммоль/л - помірною, а 0,2-0,5 ммоль/л -

вираженого дефіциту магнію. Важливе значення на формування дефіциту магнію в організмі має характер харчування сучасної людини. Широке використання мінеральних добрив знижує вміст цього мікроелемента у ґрунті, а потім – і в рослинах. Сучасні технології обробки овочів та високий рівень споживання рафінованих продуктів також зменшують надходження магнію з їжею. Недостатній вміст магнію в організмі проявляється безліччю симптомів як з боку серцево-судинної системи, так і з боку нервової та ендокринної системи. Дефіцит магнію є найпоширенішим видом мінеральної недостатності у населення багатьох країнах.

### **1.3. Фактори формування імунітету бджіл**

Медоносна бджола, як і всі живі організми, чутлива до різноманітних стресових факторів. Здатність бджіл протистояти впливу чужорідних агентів забезпечується імунною системою. Імунітет медоносних бджіл забезпечує стійкість бджолої сім'ї до дії патогенних мікроорганізмів і продуктів їх життєдіяльності. У формуванні імунітету бере участь весь організм бджіл, як цілісна система, в якій всі захисні механізми взаємопов'язані. Вцілому імунітет пов'язаний із комплексом фізіологічних захисних реакцій. У комах важливе значення відіграють як гуморальні, так і клітинні фактори імунітету. У бджіл такою здатністю характеризуються гемоцити і клітини жирового тіла, але не всі гемоцити однаково проявляють фагоцитарну активність.

Знання механізмів захисних реакцій комах дозволяє зрозуміти закономірності еволюції імунітету медоносних бджіл. Дослідження останніх років зосереджувалися на вивченні біохімічних механізмів стійкості бджіл до патогенних мікроорганізмів без врахування їх метаболічного взаємозв'язку і онтогенетичних особливостей функціонування. Ці процеси повинні бути пов'язані з онтогенетичними особливостями бджіл, тому що личинка суттєво відрізняється від дорослої особини. Їм характерна різна тривалість існування, що відіграє важливу роль у функціонуванні біохімічних механізмів і факторів, які

включаються у гемоцитарний захист. Біохімічні системи бджіл приймають участь не тільки у захисних процесах, але і регуляції онтогенезу, що обумовлені вродженими факторами. Вроджений імунітет у комах, зокрема у бджіл, є основним фактором захисту. На відміну від набутого імунітету він характеризується універсальністю і тим самим забезпечує захист проти впливу багатьох інфекційних і шкідливих зовнішніх факторів. Проте, вроджений імунітет не є абсолютним, який захищає у всіх випадках. Захист його відносний і зберігається до певної межі : при погіршенні зовнішніх умов (годівля, утримання, екологія) і наявності великої кількості збудника інфекції організм хворіє [84]

Гемолімфа бджіл відіграє важливу роль як в імунному захисті, так і в первинному накопиченні енергії комах. Її захисна роль досягається антимікробними факторами, що виробляються переважно жировим тілом і, меншою мірою, гемоцитами, які пригнічують ріст мікроорганізмів шляхом інкапсуляції. Як система, відповідальна за транспортування різних молекул по всьому тілу (поживні речовини, іони та гормони), гемолімфа також відображає фізіологічний стан організму [87]. Плазма гемолімфи має здатність лізувати, вбивати або гальмувати розвиток мікроорганізмів. Цю функцію виконують речовини гемолімфи (антитіла), яким властива здатність знезаражувати антигени. У бджіл із антитіл виявляють преципітини, антитоксини і комплементзв'язуючі антитіла. Антитіла тісно пов'язані з глобуліновою фракцією білка гемолімфи. Вони утворюються через два дні або більше в організмі комах у результаті парентерального введення антигену [115, 116]. Гемолімфа дорослих бджіл містить лізоцим, антибактеріальні пептиди, лектини, активність яких підвищується при травмуванні або ж при їх інфікуванні, а також комплемент, який обумовлює реакцію конглютинації, агрегації, що сприяє механізмам лізису, аглютинації, фагоцитозу, інкапсулювання та меланізації [62, 102].

Медоносним бджолам властивий певний рівень природної несприйнятливості до дії патогенних мікроорганізмів та токсичних речовин. Природна резистентність бджіл формується із загального імунітету бджолиних сімей як єдиної біологічної одиниці, а також і індивідуально – кожної особини

зокрема. У бджіл, як і в інших комах, існує тісний взаємозв'язок стійкості окремих особин із стійкістю всієї бджолої сім'ї. Тому стійкість всієї бджолої сім'ї залежить від стійкості кожної особини. Здорові та стійкі до захворювання бджоли створюють стійкі до захворювань бджолої сім'ї. Важливим фактором природної стійкості бджолиних сімей до захворювання є систематизація основних природних механізмів. Існує декілька механізмів формування природної резистентності та прояву їх дії за впливу різноманітних мікроорганізмів (бактерій і вірусів), найпростіших, багатоклітинних паразитів і кліщів. Перш за все це система спеціального імунітету (імунну систему комах розглядають як сукупність клітин гемолімфи, епітеліальних клітин, жирового тіла та кровотворного органу) кожної окремо взятої бджоли [102, 103, 113, 114].

Стійкість окремих особин і в цілому бджолої сім'ї забезпечується такими захисними пристосуваннями, як зовнішній покрив тіла — кутикула, яка містить 30-50 % хітину, будівництво сотів з комірками для кожної личинки, частота зміни поколінь [117, 118].

Кутикула, що є основою внутрішнього захисту організму бджіл, складається з кутикуліну та ендокутікули. Ендокутікула містить нерозчинні білкові компоненти і хітин, які значно впливають на ефективність зовнішнього захисту комах. Зовнішній шар ендокутікули екзокутикула, надає кутикулі жорсткість і витримує різноманітні біологічні впливи, захищаючи тіло від різних мікроорганізмів. Пошкодження кутикули створює можливість для проникнення інфекцій, що сприяє вторгненню мікроорганізмів у внутрішні тканини комах.

В останні роки дослідження підтверджують виражені бактерицидні та фунгіцидні властивості кутикули комах. Деякі дослідники пов'язують ці властивості з наявністю ненасичених жирних кислот і активним виділенням антибіотичних речовин через покриви комах.

Аналізуючи результати досліджень різних авторів, можна зробити висновок, що у комах важливе значення відіграють як гуморальні, так і клітинні фактори імунітету. Комахи, як і теплокровні тварини, мають рухливі і нерухливі клітини, здатні поглинати бактерії або будь-які частинки. У бджіл такою

здатністю характеризуються гемоцити і клітини жирового тіла, але не всі гемоцити однаково проявляють фагоцитарну активність. У найбільшій степені ця здатність властива нейтрофільним і еозинофільним фагоцитам, макрофагам. Характерно, що активність клітинних факторів захисту залежить від гуморальних факторів. Процес фагоцитозу (пізнання чужеродного об'єкту і міграція клітин до місця локалізації чужеродного агента — хемотаксис) в значній степені активується за допомогою гуморальних факторів, таких як лізоцим та опсонін. Вони підвищують швидкість фагоцитозу і ступінь перетворення бактерій. З активністю фагоцитозу тісно пов'язаний перебіг інфекційного захворювання комах. Функцію фагоцитозу виконують у личинок і лялечок платоцити і лімфоцити, а в дорослих бджіл — платоцити. Клітини, які синтезують фенолоксидазу і становлять 5 % всієї популяції гемоцитів. Фагоцитоз здійснюється при розпізнаванні плазмоцидом чужого або зміненого антитіла. Наприклад, на поверхні клітин у стані апоптозу знаходяться фосфатидилсерин-вмісні фосfolіпиди. Плазмоцити розпізнають їх за допомогою специфічних рецепторів і здійснюють фагоцитоз. При завершеному фагоцитозі бактерії швидко руйнуються гемоцитами і хвороба не розвивається. Проте коли бактерії розмножуються швидше, ніж руйнуються, спостерігається прояв хвороби. При відсутності фагоцитозу мікроорганізми дуже швидко розмножуються і викликають загибель комах [136, 156, 167].

#### **1.4. Особливості системи травлення бджіл та склад мікробіоти**

Відомо, що медоносна бджола є невід'ємним компонентом біогеоценозу планети. Її організм, відповідно, є біологічним об'єктом, що реагує на вплив різноманітних зовнішніх чинників: кількість медоносів, їх екологічну чистоту, наявність інфекційних хвороб на пасіці, якість проведення ветеринарно-санітарних та зоотехнічних заходів, використання лікувальних препаратів. Знання складу мікробіоти бджолиного кишківника важливо для забезпечення

збалансування мікробного стану кишківника та поліпшення здоров'я медоносних бджіл [89, 106].

Встановлено, що в кишківнику бджоли містяться представники не менше 10 родів бактерій, що належать до родин *Enterobacteriaceae*: *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Providencia*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Hafnia*, *Escherichia*, *Pantoea*, *Morganella*, *Serratia*. Аналізуючи дослідження вітчизняних та зарубіжних учених, слід зазначити, що мало уваги приділяють саме ролі 124 мікроорганізмів та мікрофлорі вулика загалом. Водночас зрушення мікрофлори в бік патогенних представників призводить до захворювання. Умовно-патогенні збудники проникають у більш глибокі осередки травного тракту бджіл стають патогенними та спричинюють дисбактеріози. Слід урахувати, що вони розширили свій діапазон проживання, зокрема гемолімфу, яєчники, слинні залози тощо. Бактерії чинять патогенний вплив на організм бджіл, що характеризуються загальною слабкістю бджолиної сім'ї [106, 108, 179]. Встановлено, що стрімкий відхід бджіл зимою та весною характерний внаслідок дії умовно-патогенної мікрофлори кишківника бджоли за зниженої резистентності в бджолиних сім'ях.

Кишківник дорослих робочих бджіл містить особливу спеціалізовану мікробіоту, у якій домінують лише дев'ять кластерів видів бактерій, що становлять від 95% до 99,9% бактерій майже всіх особин, кожен із яких представляє комплекс споріднених штамів [109, 155] Як і для багатьох видів тварин, здоров'я медоносних бджіл залежить від кишкової мікробіоти. Відомо, що мікробіота кишківника бджоли регулює імунну систему та захищає від патогенних захворювань, а порушення нормальної мікробіоти призводить до збільшення смертності [157, 170].

Основною перевагою для дослідження мікробіоти є те, що здорові особини мають просту й специфічну кишкову мікробіоту, яка присутня в медоносних бджіл. Кишкова мікрофлора дорослих бджіл переважно формується з початком їх льотної діяльності за рахунок мікрофлори медоносних рослин, з якими ці комахи щодня контактують, води. У молодих бджіл джерелом мікроорганізмів є корм, що отримують від годувальниць, і безпосередній контакт з дорослими особинами, а



також мікрофлора води і повітря гнізда. Мікробний фон кишкового тракту медоносної бджоли складають ентеробактерії, молочнокислі бактерії, стафілококи, ентерококи, псевдомонади, стрептококи, дріжджові гриби. Наявність, кількість і співвідношення цих мікроорганізмів залежить від місця розташування пасіки, періоду року, стану бджолиних сімей.

Інтенсивність живлення бджолою сім'ї змінюється протягом року залежно від умов медозбору та клімату. Найбільше корму витрачається в літні місяці, коли у вулику багато розплоду. Взимку сім'я живиться переважно медом. Травна система бджоли виконує функцію перетравлення їжі та усмоктування поживних речовин, резервуара для тимчасового зберігання нектару, меду і води [124, 125].

У життєдіяльності бджіл симбіотна мікрофлора кишечника має важливе значення не тільки для процесу травлення, але й проявляє антагоністичну активність проти патогенних мікроорганізмів, бере участь у функціонуванні імунної системи організму загалом. Мікробіота кишечника захищає медоносних бджіл від патогенної інфекції, знижуючи рН, конкуруючи з патогенами за поживні речовини та простір, а також виробляючи органічні кислоти, антимікробні пептиди (АМП) [76, 129, 134]

Неконтрольоване використання хімічних засобів захисту рослин призводить до різкого зниження щільності мікроорганізмів у ґрунтах. Отримані результати наукових досліджень свідчать, що через місяць після одноразової обробки гербіцидом гліфосат кількість мікроорганізмів у досліджуваних зразках ґрунту зменшується в 1600 разів у порівнянні з контролем [46]. Гліфосат може впливати на бактеріальні симбіоти бджіл. Дослідженнями секвенування геному бактерій кишечника бджіл визначено, що всі вісім переважних видів бактерій є потенційно чутливими до гліфосату. А відносний та абсолютний вміст домінантних видів кишкової мікробіоти знижується у бджіл за впливу гліфосату навіть у незначних концентраціях. Також було доведено, що вплив гліфосату на молодих особин призводить до підвищення їх смертності внаслідок впливу *Serratia marcescens* [39, 157]

Неякісна перга та мед порушують баланс мікробіоценозу кишечника бджіл, що призводить до активного розвитку патогенних мікроорганізмів. Значну увагу привертають грамнегативні бактерії родини Ентеробактерій (*Enterobacteriaceae*), а саме: *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae* та *Serratia marcescens*, які тісно пов'язані з мікробіотою бджіл. Підвищений вміст у кишечнику бджіл ентеробактерій призводить до розвитку дисфункції травного тракту комах, аж до виражених анатомічних дефектів. Водночас кількісне збільшення в кишечнику сапрофітних молочнокислих мікроорганізмів (лактобактерій і ентерококів) позитивно позначається на структурі та функціонуванні стінок кишечника й організму бджіл загалом [9, 127]

Нормальна мікрофлора кишечника є першим бар'єром, що захищає від патогенних мікроорганізмів і різних речовин, включаючи токсичні, що надходять в організм з поживними компонентами. Слід зазначити, що середня кишка — це шлунок бджоли, в якому перетравлюється корм і всмоктуються поживні речовини. Стінки її мускулисті, складчасті, а всередині вкриті шаром епітеліальних клітин [148]. Нерівна поверхня епітелію та поперечні складки його збільшують площу кишки з поживними речовинами. Епітелій середньої кишки неоднорідний: у передній частині переважають процеси секреції, а в задній всмоктування. Виділювані ферменти змішуються з їжею і розщеплюють складні речовини на прості. У середній кишці діють такі ферменти: протеаза, амілаза, інвертаза і ліпаза. У процесі травлення утворюються речовини, що здатні проходити крізь стінки кишечника. Потрапляючи в гемолімфу, вони разносяться по всьому тілу і використовуються в організмі для синтезу нових сполук

За цих умов утворюються також нові клітини, продукція у вигляді воску, молочка тощо. Значна частина корму після розщеплення перетворюється на теплову і механічну енергію, особливо за посиленої льотної активності. Вміст середньої кишки огортають перитрофічні мембрани, які захищають клітини епітелію від пошкоджень та сприяють кращому перетравленню їжі.

Задній відділ травного каналу складається з тонкої і товстої кишок. Стінки тонкої кишки вбирають воду з решток корму, який переміщується у товсту

кишку. Неперетравлені рештки збираються в товстій кишці [97, 98]. Всі екскременти вони утримують до очисного вильоту. Залежно від кількості їх об'єм кишки змінюється і вона стає найбільшою наприкінці зими (займає майже всю порожнину черевця). Стінки її еластичні, мають складчасту будову. Внутрішня поверхня кишки вкрита хітиною оболонкою, крізь яку може проникати вода. Навколо анального отвору розташовані мускули, які регулюють дефекацію. У передній частині товстої кишки у вигляді поздовжніх смуг розміщуються шість ректальних залоз. Їхні клітини характеризуються високою фізіологічною активністю і виділяють каталазу. Цей фермент змішується з каловими масами і стримує утворення шкідливих для організму речовин. Чим активніші ректальні залози, тим краще бджоли перезимовують. Висока активність каталази властива таким породам, що формувались у суворих умовах з тривалими зимами, коли бджоли довго не вилітають з гнізд. Цим пояснюється неоднакова зимостійкість, наприклад, італійських бджіл на території нашої країни. Розвитку шкідливих мікроорганізмів у калових масах товстої кишки бджіл запобігає кисле середовище, яке утворюється внаслідок окислення глюкози до глюконової кислоти [133, 200]. Необхідний для цього процесу кисень надходить у товсту кишку по трахеях, що пронизують стінки кишки. По них же випаровується всмоктана з незасвоєних решток вода, що призводить до згущення їх. Інтенсивність випаровування залежить від температури й вологості повітря в бджолиному гнізді. Кисле середовище у травному каналі бджоли має велике значення не тільки для тривалої зимівлі. Кислоти запобігають розвитку збудника нозематозу, що паразитує в клітинах епітелію середньої кишки. Тому з профілактичною метою при підгодівлі сімей взимку до сиропу додають оцтову кислоту [97].

Як відомо, кишкові бактерії бджіл та їх багатий пилком раціон є відомими чинниками здоров'я медоносних бджіл. Розуміння функцій різних бактерій може характеризувати здоров'я колонії бджіл загалом. Окрім того, в багатьох країнах ЄС законодавчо заборонено використання антибіотиків у бджільництві через ризики поширення антимікробних генів для здоров'я людей і медоносних бджіл.

Тому спостерігається тенденція до використання нових ефективних засобів боротьби з хворобами та покращення здоров'я медоносних бджіл, натурального походження, які допомагають уникнути багатьох побічних ефектів, оскільки механізми їх дії відрізняються від синтетичних за рахунок активації захисних реакції організму на фізіологічному рівні [77, 81, 82]

### **1.5. Вплив пробіотичних препаратів на розвиток бджолиних сімей**

В останні роки увагу вчених і практиків все більше привертають біологічні кормові добавки, що застосовуються для стимулювання життєдіяльності бджіл, підвищення їх імунітету, стійкості до стресових факторів, а також профілактики і лікування захворювань. Як відомо, для активного росту сім'ї, вирощування достатньої кількості розплоду бджолам необхідний пилок, як джерело білка. Проте, кишечник комах не здатний розщеплювати білкові речовини до вільних амінокислот, що живлять гемолімфу. У зв'язку з цим особливого значення набуває використання у весняній підгодівлі бджіл пробіотиків. Особливий інтерес представляє їх включення до складу стимулюючих підгодівель, важливою особливістю яких є здатність підвищувати протиінфекційну стійкість організму і активізувати функціональні здатності бджолиних сімей без виникнення звикання і накопичення токсичних речовин в бджолопродуктах.

Проаналізовані літературні дані щодо застосування препаратів, які відносяться до фармакологічної групи пробіотиків, вказують на можливість використання їх з метою профілактики низки захворювань та оздоровлення бджіл. Встановлена систематизація пробіотиків за комплексністю дії препаратів, за поколіннями, родовим складом мікробіоти та формах випуску, представляє практичний інтерес з наукового підходу у виборі пробіотичних штамів для потреб бджільництва.

Особливий інтерес представляє включення пробіотиків до складу стимулюючих підгодівель, важливою особливістю яких є здатність підвищувати проти інфекційну стійкість організму і активізувати функціональні здатності бджолиних сімей без виникнення звикання і накопичення патогенних

мікроорганізмів і різних речовин, включаючи токсичні, що надходять в організм з поживними речовинами в бджолопродуктах. Годівля колоній медоносних бджіл ендогенною кишковою бактерією *Bacillus subtilis*, зменшувала кількість спор *Nosema* spp. впродовж восьмимісячного дослідження [173]

Після потрапляння в шлунково-кишковий тракт пробіотики проявляють як пряму дію на патогенну і умовно патогенну мікрофлору, так і опосередковану - шляхом активації специфічних і неспецифічних систем захисту організму. У той же час пробіотичні бактерії активно продукують ферменти, амінокислоти, вітаміни та інші біологічно активні речовини, що доповнюють комплексну лікувально-профілактичну дію. Володіючи антагоністичним дією по відношенню до патогенної мікрофлори, вони спричиняють підвищенню стійкості бджіл до захворювань. Відомо, що застосування деяких пробіотиків позитивно впливало на ріст перетрофічної мембрани у середній кішці. За умови підгодівлі бджіл кормом з наявністю великої кількості бактерій, товщина перетрофічної мембрани значно збільшується, що свідчить про активну її роль у захисті організму від проникнення бактерій [68, 142].

Застосування концентрату молочнокислих бактерій (мікробна маса живих бактерій антагоністично активного штаму *Lactobacillus plantarum* 8P-A3. Серія 061211, продуцент «Плантарум») приводить до збільшення тривалості життя навесні на 9,5%, зменшується маса ректумів із неперетравленими рештками на 18,03%, проте змін у масі молочка в комірках із личинками та в масі тридобових личинок не виявлено.

Пробіотик для лікування бактеріальних захворювань бджіл «Апінормін», до складу якого входять штами мікроорганізмів, виділені з кишечника здорових бджіл: *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium*, вважають адаптованим до їх організму. Як діючі речовини для пробіотика «Апінормін» використовують штами мікроорганізмів, виділених з мікробіому здорових бджіл [48].

Згодовування бджолиним сім'ям комплексного амінокислотно-вітамінного препарату «Мікровітам» з пробіотиком «Апінік» сприяє кращому росту

бджолої сім'ї у несприятливі періоди і покращує підготовку її до головного медозбору. Під впливом пробіотиків Вітом нормалізуються мікрофлора кишечника, кислотність середовища, травлення, а також пригнічуються ріст та розмноження патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, тому й допомагають відновленню та нормалізації виснаженої мікрофлори кишечника бджіл за зимовий період. Експериментально підтверджено вплив пробіотика «Емпробіо» на основі молочнокислих бактерій на тривалість життя робочих бджіл [192]. У бджільництві для усунення негативних наслідків зимівлі часто використовують різні підгодівлі з включенням до них пробіотиків, мінеральних елементів, стимуляторів та вітамінів, що впливають на мікрофлору травного тракту [73]

### **1.6. Узагальнення огляду літератури**

Аналіз літературних даних свідчить про необхідність та ефективність застосування препаратів, які відносяться до фармакологічної групи пробіотиків, вказують на можливість використання їх з метою профілактики низки захворювань та оздоровлення бджіл. Відомо, що пробіотичний штам *Lactobacillus casei* В-7280 із антибактеріальними, протизапальними та імуномодулювальними властивостями є перспективним для розробки пробіотиків. Фізіологічний вплив пробіотика пов'язаний з нормалізацією мікробіоти різних біотопів організму і ліквідацією запальної реакції. Відзначено також його вибірково позитивний вплив на фактори вродженого імунітету, його клітинну ланку імунітету та цитокиновий профіль. Встановлено, що пробіотики забезпечують підвищення резистентності бджіл, оптимізацію показників мінерального обміну, що може покращувати перебіг мікробіологічних процесів. Застосування позитивно впливає на чисельність та продуктивність бджолої сім'ї. Отже, аналіз даних літератури і власних досліджень підтверджує припущення щодо безпечності використання пробіотиків для підгодівлі бджіл. Обґрунтовано доцільність подальших досліджень біологічної активності та безпечності пробіотиків за різних експериментальних моделей з використанням медоносних бджіл.

Також потребує глибокого дослідження вплив мікроелементів у формі цитратів, виготовлених методом нанотехнології на організм медоносних бджіл. Такі органічні сполуки володіють високою біологічною активністю, краще засвоюються організмом і активно використовуються у процесах обміну речовин. Недостатньо відомостей про закономірності мінерального і білкового обміну в організмі медоносних бджіл, їх резистентність, розмноження і продуктивність. Тому вивчення фізіолого-біохімічних, репродуктивних особливостей організму медоносних бджіл за дії цитратів мікроелементів дозволить з'ясувати їх вплив на яйцекладку бджолиних маток, показники життєздатності, біологічну цінність і якість їх продукції.

## РОЗДІЛ 2

## МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

## 2.1. Загальна методика та схема проведення дослідження

Дослідження виконані в 2020–2023 рр. у лабораторії екологічної фізіології та якості продукції Інституту біології тварин НААН. Під час виконання дисертаційної роботи проведено чотири досліди за схемою, наведеною у табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

## СХЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ

Групи медоносних бджіл	Періоди дослідження	Тривалість досліду, діб
<b>ДОСЛІД I (I етап)</b>		
I Контрольна	1 мл (50%) цукровий сироп (ЦС) + 1 мл H <sub>2</sub> O	20
II Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл Mg цитрату (0,4 мг Mg/л)	20
III Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл Mg цитрату (2 мг Mg/л)	20
IV Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл Mg цитрату (3 мг Mg/л)	20
V Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл Mg цитрату (4 мг Mg/л)	20
<b>II етап</b>		
I Контрольна	1 мл (50%) цукровий сироп (ЦС) + 1 мл H <sub>2</sub> O	30
II Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл Mg цитрату (0,04 мг Mg/л)	30
III Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл Mg цитрату (0,02 мг Mg/л)	30
IV Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл Mg цитрату (0,01 мг Mg/л)	30
<b>ДОСЛІД II (ЛІТНЬО-ОСІННЬО-ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД)</b>		
I Контрольна	ЦС – 2000 мл/тиждень/бджолосім'ю	30
II Дослідна	ЦС + цитрат Mg – 0,04 Mg /л	30
<b>ДОСЛІД III</b>		
I Контрольна	1 мл (50%) цукровий сироп (ЦС) + 1 мл H <sub>2</sub> O	30
II Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл L. casei B-7280 10 <sup>9</sup> КУО/мл	30
III Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл L. casei B-7280 10 <sup>6</sup> КУО/мл	30
<b>ДОСЛІД IV</b>		
I Контрольна	1 мл (50%) цукровий сироп (ЦС) + 1 мл H <sub>2</sub> O	28
II Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл L. casei B-7280 10 <sup>6</sup> КУО/мл	28
III Дослідна	1 мл (50%) ЦС + 1 мл L. plantarum B-7976 10 <sup>4</sup> КУО/мл	28



Дослід 1 проведений на медоносних бджолах карпатської породи в Інституті біології тварин НААН, що відібрані для досліду з лабораторної пасіки-віварію у 2 етапи для з'ясування фізіологічної дози цитрату Mg [10]. **I етап** проведений на 5-ти групах бджіл. Ізольовані у садках бджоли контрольної (I) групи одержували підгодівлю щодобово 1 мл 50 %-го цукрового сиропу (ЦС) і 1мл H<sub>2</sub>O; II група (дослідна) – 1 мл цукрового сиропу з додаванням 1 мл Mg цитрату, що містив 0,4 мг Mg /л; III група (дослідна) – аналогічно з додаванням 1 мл Mg цитрату (2 мг Mg/л); IV група (дослідна) – аналогічно з додаванням 1 мл Mg цитрату (3 мг Mg/л); V група (дослідна) – аналогічно з додаванням 1 мл Mg цитрату (4 мг Mg/л). Бджоли контрольної та дослідних груп утримувалися в аналогічних умовах лабораторного термостату ТС-80М-3 з мікровентиляцією за відносно вологості 75 температури 30,0<sup>0</sup>С впродовж 20-ти діб досліджень. У період досліджень виконували щодобовий контроль кількості живих і мертвих бджіл. На 20-ту добу було звірено журнальні записи з фактичною кількістю живих і мертвих бджіл і визначено щодобову динаміку їх збереженості.

Наступний **II етап** дослідження проведений на чотирьох групах бджіл, по 25-30 бджіл у кожній. Ізольовані у садках бджоли контрольної (I) групи одержували підгодівлю щодобово 1 мл 50 %-го цукрового сиропу (ЦС) і 1мл H<sub>2</sub>O; II група (дослідна) – 1 мл цукрового сиропу з додаванням 1 мл Mg цитрату, що містив 0,04 мг Mg /л; III група (дослідна) – аналогічно з додаванням 1 мл Mg цитрату (0,02 мг Mg/л); IV група (дослідна) – аналогічно з додаванням 1 мл Mg цитрату (0,01 мг Mg/л). Цитрат магнію виготовлений з використанням нанотехнологічних методів, виробник ТОВ «Наноматеріали та нанотехнології» м. Київ [38]. Бджоли контрольної та дослідних груп утримувалися в аналогічних умовах лабораторного термостату ТС-80М-3 з мікровентиляцією за температури 30,0<sup>0</sup>С впродовж 30-ти діб досліджень. У період досліджень виконували щодобовий контроль кількості живих і мертвих бджіл. На 30-ту добу було звірено журнальні записи з фактичною кількістю живих і мертвих бджіл і визначено щодобову динаміку збереженості і коефіцієнта середньої тривалості життя [60] .

Після завершення досліду з кожної групи на 20 (I етап) і 30-ту (II етап) доби досліджень відбирали по 25 бджіл і тримали в морозильній камері 10–15 хв. Для приготування гомогенату цілого організму медоносних бджіл їх подрібнювали і формували три паралельні проби, для визначення вмісту Fe, Zn, Cu, Mn у гомогенаті анатомічних відділів тіла на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК. Групу бджіл масою 0,5 г гомогенізували з фізіологічним розчином у співвідношенні 1:10 за допомогою гомогенізатора (Homogenizer Type 302, Poland) на льоду. Проби центрифугували за 3000 g, 5 хвилин. Супернатант використовували для біохімічних досліджень. Активність каталази визначали за допомогою здатності гідрогенпероксиду утворювати із солями молібдену стійкий кольоровий комплекс на спектрофотометрі (Unico, США) при довжині хвилі 410 нм проти води.

Другий дослід проведений на медоносних бджолах карпатської породи в Інституті біології тварин НААН, що сформовані для досліду з сімей лабораторної пасіки-віварію у літньо-осінньо-весняний період. Дослідження були проведені на двох групах бджолосімей, аналогів за масою бджіл, силою сім'ї, віком матки, по три сім'ї у кожній групі. Бджоли першої (контрольної) групи отримували у літньо-осінній період підгодівлю з 50% цукрового сиропу в кількості 2 л /сім'ю/ тиждень. Друга група бджіл (Д1) – додатково з 2 л цукрового сиропу отримувала 4 мкг/мл Mg у вигляді нанотехнологічного цитрату. Для визначення стану сімей після зимівлі було оцінено зимостійкість порівнюючи дані головних весняних ревізій (лютий-березень-квітень). Було досліджено вплив згодовування бджолам добавки Mg цитрату на організм комах та їх продукцію у весняний період, а також інтенсивність яйцекладки бджолиних маток.

Матеріалом для досліджень слугували тіло бджіл та поліфлорний квітковий мед. Зразки біологічного матеріалу брали з контрольної та дослідних груп від клінічно здорових бджолосімей у дослідний період. З кожної сім'ї відібрано 90–100 робочих медоносних бджіл, мед в кількості 100–150 г та збудованих по краю рамки стільників (язики) методом безпосереднього

вирізування їхніх гніздових надбудов масою 30–40 г з кожного вулика. У лабораторних умовах із зразків цілого організму бджіл готували гомогенати.

Було враховано: кількість загиблих сімей; маса «підмору», кількість витраченого корму під час зимівлі, з розрахунку на 1 бджолину сім'ю (кг); силу сім'ї після зимівлі за кількістю вуличок; кількість печатного розплоду на день весняної ревізії. Оцінку збереженості бджолиних сімей після зимівлі здійснювали на основі їх наявності та сили на період проведення ревізії. Для визначення інтенсивності розвитку, стану бджолиних сімей, оцінки відтворної здатності маток було проведено підрахунок кількості печатного розплоду у гніздах сімей за допомогою рамки-сітки, середньодобове відкладання яєць маткою. Підрахунок проводили безпосереднім накладанням рамки – сітки на стільники зі зрілим запечатаним розплідом з інтервалом у 12 діб, оскільки бджолиний розплід знаходиться в запечатаному стані впродовж 12 діб. Підрахувавши суму запечатаних комірок всіх квадратів за один промір та поділивши цю кількість на 12, отримували показник інтенсивності середньодобової яйцекладки бджолиних маток.

Для дослідження продукції бджіл, у червні місяці відбирали поліфлорний мед з вуликів контрольної та дослідних груп бджолиних сімей. У зразках меду визначали вміст окремих мінеральних елементів на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ–115 ПК з комп'ютерною програмою, а також якісні показники меду, зокрема вміст проліну, діастазну активність, масову частку води та рН.

Третій дослід проведений на медоносних бджолах карпатської породи, що відібрані для досліду з лабораторної пасіки-віварію. Дослідження проведені в умовах лабораторного термостату ТС-80М-3 з мікровентиляцією при температурі 30° С, вологості 74–76 %, на трьох групах, по 60-65 бджіл у кожній, відібраних з сімей-аналогів за масою, силою сім'ї, віком матки. Бджоли контрольної (К) групи отримували підгодівлю з 60% цукрового сиропу в кількості 2 мл/групу/добу. Дослідна 1 група бджіл (Д 1) – додатково до 2 мл цукрового сиропу отримувала пробіотик *Lactobacillus casei* В-7280 у концентрації 10<sup>9</sup> КУО/мл; дослідна 2 група

бджіл (Д 2) – додатково до 2 мл цукрового сиропу отримувала пробіотик В-7280 у концентрації  $10^6$  КУО/мл.

Підгодівлю бджіл проводили щодобово. Тривалість випоювання пробіотику та сиропу – 30 днів. Кормову і рухову активність бджіл реєстрували щодобово впродовж усього періоду дослідження. Проводили підрахунок мертвих і живих бджіл. Після завершення досліду з кожної групи брали по 25 бджіл. Для приготування гомогенату всього організму 16 медоносних бджіл подрібнювали і формували три паралельні проби, масою 0,5 г, гомогенізували з фізіологічним розчином у співвідношенні 1:10 за допомогою гомогенізатора (Homogenizer Type 302, Poland) на льоду. Проби центрифугували за 3000 g, 5 хвилин. Супернатант використовували для подальшого ферментативного вимірювання. Активність каталази визначали за допомогою здатності гідрогенпероксиду утворювати із солями молібдену стійкий кольоровий комплекс з фотометруванням розчину на спектрофотометрі (Unico, США) при довжині хвилі 410 нм проти води [11]. Кількість білка в екстракті визначали за методом Лоурі за допомогою набору реактивів (ФОП Даниш, Україна). Активність каталази визначали в мкмоль/хв·мг протеїну.

Четвертий дослід проведений на медоносних бджолах карпатської породи з лабораторної пасіки-віварію Інституту біології тварин НААН. У дослідженнях використано ліофілізовані пробіотичні штами *Lactobacillus casei* IMV В-7280 та *Lactobacillus plantarum* IMV В-7976, які виділені в лабораторії з асоційованої культури біологічного матеріалу та депоновані в Українській колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології та вірусології імені Заболотного НАН України. Перед кожним експериментом життєздатність ліофілізованих штамів перевіряли шляхом моніторингу його росту на агаровому середовищі Ман-Рогози-Шарпа (MRS) при 37 °С терміном 24–48 год.

Для проведення дослідження, було сформовано контрольну та дві дослідні групи по 60-90 бджіл у кожній, аналогів за масою та віком. Бджоли контрольної (К) групи отримували у літньо-осінній період з підгодівлю з 60 % цукрового сиропу (ЦС) + 1 мл дистильованої  $H_2O$  в кількості 1 мл/групу/добу. Дослідна 1

група бджіл (Д 1) – щодня отримувала 1 мл 60 % ЦС + 1 мл розчину імунобіотика *Lactobacillus casei* IMV B-7280 у концентрації  $1 \times 10^6$  КУО/мл; дослідна 2 група бджіл (Д 2) – додатково до 1 мл 60 % ЦС отримувала розчин пробіотика *Lactobacillus plantarum* IMV B-7976 у концентрації  $1 \times 10^4$  КУО/мл. Бджіл контрольної та дослідних груп утримували в клітках об'ємом 4 дм<sup>3</sup> в аналогічних умовах лабораторного термостата ТС-80М-3 з мікровентиляцією при температурі 30°C, вологості 74–76 % протягом 28 діб дослідження.

Після завершення досліду з кожної групи брали по 25 бджіл. Для приготування гомогенату всього організму медоносних бджіл їх подрібнювали і формували три паралельні проби. Групу бджіл масою 0,5 г гомогенізували з фізіологічним розчином у співвідношенні 1:10 за допомогою гомогенізатора (Homogenizer Type 302, Poland) на льоду. Проби центрифугували за 3000 g, 5 хвилин. Супернатант використовували для подальшого ферментативного вимірювання. Активність каталази визначали за допомогою здатності гідрогенпероксиду утворювати із солями молібдену стійкий кольоровий комплекс на спектрофотометрі (Unico, США) при довжині хвилі 410 нм проти води. Кількість білка в екстракті визначали за методом Лоурі за допомогою набору реактивів (ФОП Даниш, Україна). Активність каталази рахували в мкгМоль/хв·мг протеїну.

Для відбору гемолімфи, медоносних бджіл поступово охолоджували у холодильній камері при температурі до  $-1$  °C. З кожної групи відібрали 10 бджіл, механічно зафіксували у чашці Петрі. Відбирали гемолімфу використовуючи інсулінові шприці, проколюючи тіло бджоли між третім та четвертим тергітом з дорсальної поверхні. Відібрану гемолімфу розводили електродним буфером (рН 8,3) у співвідношенні 1:3. Визначення вмісту окремих фракцій розчинних білків гемолімфи проводили методом вертикального електрофорезу в 7,5 % поліакриамідному гелі [20]. Відносний вміст білкових фракцій визначали за допомогою програми TotalLab TL120 (Nonlinear Dynamics Limited, Великобританія) і виражали у відсотках від загального пулу.

Дослідження проводили відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (VII Національний конгрес з біоетики, Київ, 2019) та Європейської конвенції про захист тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986 р.).

**Цитрат магнію, що використовували у дослідженнях.** У проведених експериментальних дослідженнях були використанні органічні сполуки – водний розчин магнію цитрату (1,0 г Mg/дм<sup>3</sup>), отриманого від ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ.

Цитрати мікроелементів – найбільш перспективні щодо збагачення харчових продуктів і кормів органічні сполуки [55, 58]. Як альтернативу хімічним методам синтезу сполук металів з органічними кислотами (зокрема, лимонною кислотою) запропоновано метод їх отримання за допомогою нанотехнології [38].

Синтез цитратів за аквананотехнологією відбувається в два етапи. На першому етапі отримують водний колоїдний розчин наночастинок металів диспергуванням високочистих гранул відповідних металів імпульсами електричного струму в деіонізованій воді. На другому етапі отримують власне карбоксилати біогенних металів за реакцією прямої взаємодії високо хімічно активних наночастинок з лимонною кислотою. Оскільки до числа реагентів не входять жодні інші речовини, а наночастинок повністю беруть участь у хімічній реакції синтезу солі лимонної кислоти, в результаті утворюється продукт високої хімічної чистоти і, що особливо важливо, ця сполука не містить вільних наночастинок. Збагачення ж харчових продуктів сполуками мікроелементів – карбоксилатами лимонної кислоти, а не вільних наночастинок металів, знімає одну з важливих проблем ризику використання в продуктах харчування високо реакційно здатних і мало контрольованих наночастинок, властивості яких постійно міняються з часом і зміною середовища.

## 2.2. Основні методи досліджень

**Визначення концентрації мінеральних елементів [11].** Вміст мікроелементів (МЕ) визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі після сухої мінералізації зразків. У порцелянові тиглі поміщали досліджувані зразки масою 5–10 г і висушували протягом чотирьох годин у сушильній шафі за температури 70–80 °С. Після повного висушування зразків тиглі переносили у муфельну піч для озолення. Температуру у муфельній печі поступово доводили до 450 °С. У наступні 30 хв озолення температуру підвищували на 50 °С. Мінералізацію зразків проводили до утворення білої або блідо-рожевої золи, без обвуглених частинок, що вказувало на повне згоряння органічних речовин. Якщо не вдалося досягти повної мінералізації зразків, то в попередньо охолоджений тигель із золою додавали 1 см<sup>3</sup> концентрованої соляної кислоти й 1 см<sup>3</sup> концентрованої сірчаної кислоти. Тигель із сумішшю ставили на піщану баню і висушували зразок за температури від 200 °С до 300 °С. В подальшому висушений зразок розчиняли у невеликій кількості соляної кислоти. Зразок фільтрували у мірну колбу об'ємом 10 см<sup>3</sup>. Тигель ополіскували цим же розчином 2–4 рази і зливали у цю ж колбу. Об'єм у колбі доводили до мітки 30 % розчином соляної кислоти. Отриманий розчин придатний для визначення вмісту в ньому МЕ на атомно-абсорбційному спектрофотометрі. Визначення вмісту МЕ у зразках проводили за калібрувальним графіком та екстинкцією дослідного зразка з використанням комп'ютерної програми на СФ 115 ПК, вміст досліджуваного елементу виражали в грамах на 1 кг зразка.

**Визначення вмісту загального білка та окремих фракцій у гемолімфі [11].** Концентрацію загального білка в гемолімфі та екстракті тканин організму визначали за методом Лоурі, за допомогою набору фірми “LACHEMA” (Чехія). Метод базується на утворенні кольорових продуктів, утворених у результаті реакції ароматичних амінокислот з реактивом Фоліна-Чокальтеу, в поєднанні з біуретовою реакцією на пептидні зв'язки. До 0,4 мл розчину, який містив білок,

додавали 2 мл робочого розчину, до складу якого входили 10 %-ний  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 0,5 М  $\text{NaOH}$  і 0,5 %-ний розчин  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , перемішували і через 10 хв. додавали 0,2 мл реактиву Фоліна-Чекальтеу. Вміст пробірок знову перемішували і через 30 хв. колориметрували при довжині хвилі 750 нм. Концентрацію білка в зразках, що досліджувались визначали за калібрувальним графіком.

Визначення вмісту окремих фракцій розчинних білків гемолімфи проводили методом вертикального електрофорезу в 7,5 % поліакриамідному гелі (ПААГ) [149]. Відібрану гемолімфу розводили електродним буфером (рН 8,3) у співвідношенні 1:3. 0,1 мл зразка змішували з аналогічним об'ємом 40 % сахарози, в лунки концентруючого гелю вносили 0,02 мл (~ 150 - 200 мкг протеїну). Завершення електрофорезу контролювали за рухом маркерного барвника (0,01 %-ний розчин бромфенолового синього) в ПААГ, який додавали в електродний буфер перед розбавленням зразків. Після електрофорезу гелі фарбували 0,25 % водним розчином кумасі R-250. Відносний вміст білкових фракцій визначали за допомогою програми TotalLab TL120 (Nonlinear Dynamics Limited, Великобританія) і виражали у відсотках від загального пулу.

**Визначення активності каталази** [11] Принцип методу визначення активності каталази базується на здатності  $\text{H}_2\text{O}_2$  утворювати з солями молібдену стійкий забарвлений комплекс. Інтенсивність забарвлення пероксидних сполук молібдену залежить від кількості  $\text{H}_2\text{O}_2$  в розчині, тобто від активності каталази в пробі. Каталазну реакцію запускали додаванням до 0,1 мл гемолізату еритроцитів або гомогенату тканини (100 мг тканини на 1 мл 0,05 М  $\text{Tris-HCl}$  буферу, рН 7,8), 2 мл 0,03% розчину гідроген пероксиду. Холоста проба 1 мл 4% розчину амоній молібдату на 0,025 н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  та 2 мл  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Реакцію у дослідній пробі зупиняли через 10 хв додаванням 1 мл 0,25 н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  та 1 мл 4% розчину амоній молібдату. У холосту пробу вносили 1 мл 0,25 н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  та 0,1 мл гемолізату/гомогенату. Проби центрифугували 5 хв при 3000 g. Інтенсивність забарвлення визначали спектрофотометрично при  $\lambda=410$  нм у кюветі з довжиною оптичного шляху 1 см. Активність каталази розраховували за формулою:



$$A = \frac{\Delta E \times V \times n}{\varepsilon \times t \times 0,1 \times C}, \text{ де}$$

де (2.6)  $\Delta E$  – різниця екстинкції холостої та дослідної проб;

$V$  – загальний об'єм реакційної суміші в кюветі, мл;

$n$  – розведення вихідного екстракту;

$\varepsilon$  - молярний коефіцієнт екстинкції комплексу  $H_2O_2$  з амоній молібдатом при  $\lambda = 410\text{nm}$ , рівний  $22200 \text{ M}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$ , в розрахунках використовували величину молярного коефіцієнта екстинкції, виражену як  $22,2 \times 10^3 \text{ ммоль}^{-1} \text{ см}^{-1}$  ;

$C$  – концентрація протеїну, мг/мл;  $t$  – час реакції (10 хв).

#### **Визначення глікогену в тканинах організму медоносних бджіл [11, 147].**

Спосіб включає кип'ятіння досліджуваного біологічного субстрату в концентрованому розчині гідроксиду натрію в центрифужній пробірці з наступним додаванням спирту, охолодженням, центрифугуванням, відбором надосадової рідини, розчиненням осаду в напівнасиченому розчині сірчаної кислоти натрію, а також наступним додатковим охолодженням, центрифугуванням і повторним розчиненням осаду. Після цього в центрифужну пробірку з досліджуваним біологічним субстратом, в контрольну пробірку з водою і в пробірку зі стандартним розчином глюкози одночасне додавання 13 мл сірчаної кислоти і 1 мл 1% розчину конденсату з наступним нагріванням, охолодженням, фотометруванням проти контролю та визначенням глікогену за формулою:

$$\Gamma = E_0 \cdot 100 / E_{\text{ст}}; \text{ мг}\%$$

де  $\Gamma$  - кількість глікогену, мг%;

$E_0$  - екстинкція дослідної проби;

$E_{\text{ст}}$  - екстинкція стандартного розчину,

В якості біологічного субстрату використовують екстракт з органів і тканин бджіл, а для кип'ятіння - 30% гідроксид натрію, при цьому охолодження здійснюють протягом 15 хвилин, центрифугують при 3 тис. об/хв протягом 15 хвилин, додають в пробірки 2 мл 1% конденсату, в якості якого використовують резорцин, і фотометрують при довжині хвилі  $\lambda = 315$  нм.

**Мікробіологічні дослідження [41].** Для визначення якісного та кількісного спектру кишкової мікробіоти бджіл проводили забір середнього та заднього кішківника (окремо) від бджіл кожної дослідної групи. Отримані зразки поміщували в мікропробірки типу «Eppendorf», зважували, заливали 1 мл фізіологічного розчину та гомогенізували у стерильних ступках із додаванням стерильного піску. Отриману суспензію розводили до концентрацій  $10^{-5}$  та  $10^{-7}$  за рахунок серії десятикратних розведень стерильним 0,15 М NaCl.

Проводили висів 100 мкл отриманих аліквот у трьох повторностях на чашки Петрі на вісім поживних агаризованих середовищ, а саме:

- м'ясо-пептонний агар (МПА) – середовище для виділення та культивування аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів;
- BAIRD-PARKER-Agar («Merck», Germany) – селективне середовище для виділення стафілококів;
- KF-Streptococcus agar («Merck», Germany) – селективне середовище для виділення стрептококів;
- Man-Rogosa-Sharpe agar (MRSA, HiMedia, Індія) – селективне середовище для виділення лактобактерій;
- Bifidum agar (BA, HiMedia, Індія) – селективне середовище для виділення біфідобактерій;
- ЕНДО (HiMedia, Індія) – селективне середовище для виділення колиформних бактерій;
- Сабуро (HiMedia, Індія) – селективне середовище для виділення мікроскопічних грибів;

- *Pseudomonas agar* (HiMedia, Індія) – селективне середовище для виділення псевдомонад.

Після культивування в термостатах при 37 °С протягом 24 год підраховували кількість колоній на чашці Петрі, враховуючи, що одна така колонія відповідає одній бактерії. Отримані дані виражали в Lg колонієутворюючих одиниць (КУО) на мг зразка кишкового вмісту, враховуючи вихідну вагу зразка та розведення суспензії.

#### **Дослідження репродуктивної здатності бджолиних маток [41] .**

Показники інтенсивності яйцекладки бджолиних маток карпатської породи бджіл визначали за допомогою описаного експрес-методу. Експрес-метод базується на використанні рамки-сітки, із стандартним діленням 5×5 см для вимірювання площі запечатаного бджолиного розплоду, яку встановлювали на стандартний стільник рамки Дадана-Блатта, розміром 435×300 мм. Стандартний стільник цієї системи вуликів вміщує 40 квадратів з кожної зі сторін, окремий квадрат якої містить 100 бджолиних комірок. Підрахунок проводили безпосереднім накладанням рамки – сітки на стільники зі зрілим запечатаним розплодом з інтервалом 12 діб, оскільки бджолиний розплід знаходиться в запечатаному стані саме такий строк. Підрахувавши суму комірок всіх квадратів за один промір та поділивши цю кількість на 12, отримували показник інтенсивності середньодобової яйцекладки бджолиних маток.

**Дослідження якісних і фізико-хімічних показників меду проводили згідно ДСТУ4497:2005 [18, 30].** Дослідження діастазного числа засновано на колориметричному визначенні кількості субстрату, розщепленого в умовах проведення діастазної ензимної реакції. Діастазне число - показник активності цього ензиму. Цей показник виражається в одиницях Готе – тобто кількості мл 1%-ного розчину крохмалю, який розщеплюється за 1 годину діастазою, що міститься в 1 г меду (при перерахунку на сухі речовини) при 40°C.

Вміст проліну визначали за умов розчинення меду у воді, проведенні реакції проліну з нінгідрином та утворення забарвленої комплексної сполуки, вимірюванні оптичної щільності розчину проби і розчину порівняння при довжині хвилі  $\lambda = 520$  нм, з наступним обчисленням масової частки проліну, яку виражали в мг/кг.

Визначення масової частки води - метод заснований на залежності показника заломлення променя світла від вмісту в меді води.

Дослідження активної кислотності (рН) меду проводили електрометричним методом. З цією метою 20 г меду розчиняли в 36 см<sup>3</sup> дистильованої води, використовуючи для швидкого розчинення та рівномірного змішування гомогенізатор - MPW-302. Визначення рН проводили на іонометрі U-130 до другого знаку після коми.

**Тривалість життя бджіл** аналізували шляхом визначення коефіцієнту середньої тривалості життя [41] . Розрахунки проводили за формулою:

$$\text{КСТЖ} = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{12}) / N,$$

де КСТЖ – коефіцієнт середньої тривалості життя бджіл;

$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{12}$  – кількість живих бджіл на 1, 2, 3, 4 і т. д. доби;

N – кількість бджіл на початок досліджень

**Статистичний аналіз.** Отриманий цифровий матеріал опрацьовувала методом варіаційної статистики з використанням t-критерію Стьюдента. Розраховувала середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних величин ( $\pm m$ ). Зміни вважали вірогідними за  $P \leq 0,05$ . Для розрахунків використала комп'ютерну програму Microsoft Excel.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **3.1. Життєздатність бджіл за підгодівлі магнію цитрату у високій і низькій концентраціях (утримання в ентомологічних садках)**

Потреба бджіл у макро- і мікроелементах забезпечується їхнім надходженням з пилюком рослин, водою і нектаром. Додавання до корму бджіл сполук окремих мікроелементів, як метаболічних стимуляторів органічного та неорганічного походження, внесених у різних дозах, впливає на корекцію фізіолого-біохімічних процесів і підвищує їх життєздатність та продуктивність. Вплив на ці процеси зумовлює різна фізіологічна активність окремих елементів для їхнього організму, оскільки медоносні бджоли здатні селективно нагромаджувати в тканинах організму мікроелементи [29].

Підгодівля медоносних бджіл Mg цитратом у першому етапі досліджень позитивно вплинула на динаміку їх виживання із 100 % збереженістю у дослідних групах за першу добу досліджень на рівні з контрольною групою (табл. 1). За результатами досліджень на 2-гу добу найвищу життєздатність за кількістю живих бджіл спостерігали у II групі. Однак кількість живих бджіл в цій групі зменшувалася на 5 добу згодовування Mg цитрату і становила 57,83% порівняно з 96,53% в контролі.

У наступні 5 діб загибель бджіл виявляла дозозалежність і була найменшою у Д II групі, а збереженість утримувалася на рівні 51,4%. На 20 добу кількість живих бджіл в II Д групі зменшилася до 29%, тоді як в контролі становила 33,7%, але була вищою ніж у інших дослідних групах – 24,5% - III Д, 28,3- IV Д і 14,9% - V.

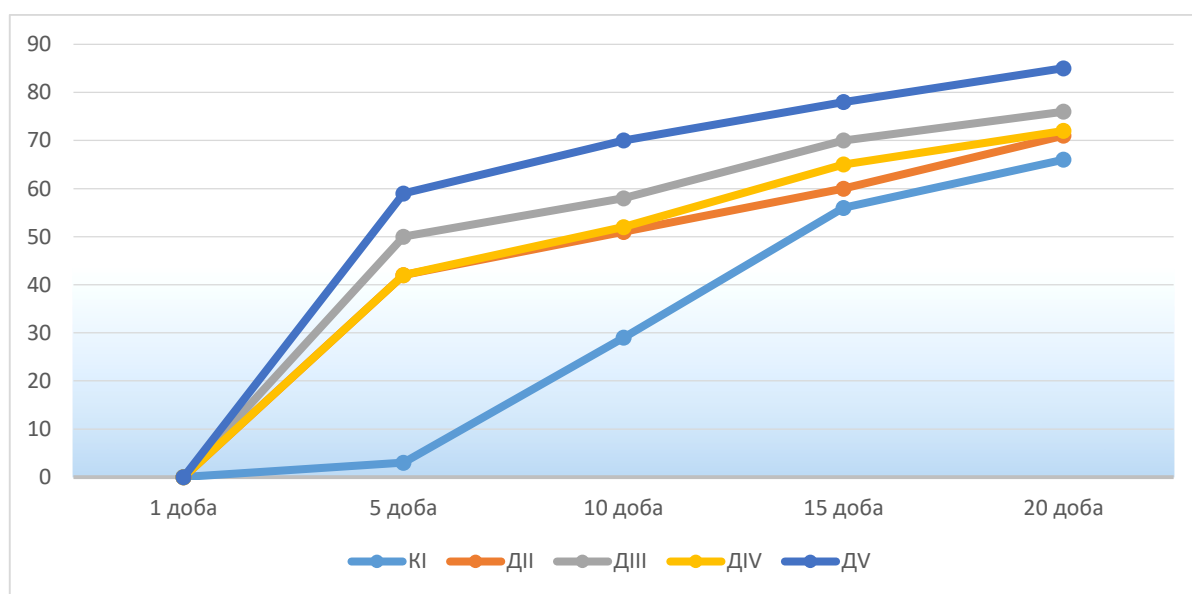
Таблиця 3.1

Динаміка збереженості та загибелі бджіл у садках термостату за умов їх підгодівлі цукровим сиропом та цитратом Mg у високій концентрації

Показник	Групи / показник концентрації цитрату Mg				
	Контрольна	Дослідні			
	I-К, 1 мл 50% ЦС+ 1 мл дист. H <sub>2</sub> O	II-Д, 1 мл 50% ЦС+ 1 мл (0,4 мг) цитрату Mg	III-Д, 1 мл 50% ЦС+ 1 мл (2 мг) цитрату Mg	IV-Д, 1 мл 50% ЦС+ 1 мл (3 мг) цитрату Mg	V-Д, 1 мл 50% ЦС+ 1 мл (4 мг) цитрату Mg
К-сть бджіл, (шт./%):	202 100	249 100	196 100	226 100	242 100
через 1 добу % живих	202 100	249 100	196 100	226 100	242 100
± до контролю	- 0	0 0	0 0	0 0	0 0
% мертвих					
через 5 діб % живих	195 96,53	144 57,83	97 49,49	130 57,52	100 41,32
± до контролю	- 3,47	-38,70 42,17	-47,04 50,51	-39,02 42,48	-55,21 58,68
% мертвих					
через 10 діб % живих	143 70,80	119 48,60	82 41,84	109 48,23	72 29,75
± до контролю	- 29,20	-22,20 51,40	-28,96 58,16	-22,57 51,77	-41,05 70,25
% мертвих					
через 15 діб % живих	89 44,06	99 39,76	58 29,59	79 34,96	51 21,07
± до контролю	- 55,94	-4,30 60,24	-14,47 70,41	-9,11 65,04	-22,99 78,93
% мертвих					
через 20 діб % живих	68 33,66	73 29,32	48 24,49	64 28,32	36 14,87
± до контролю	- 66,34	-4,34 70,68	-9,17 75,51	-5,34 71,68	-18,79 85,13
% мертвих					
К-ть живих бджіл ч/з 1- ну та 20-ть діб, %	100-33,66	100-29,32	100-24,49	100-28,32	100-14,87

Згодовування вищих доз Mg в III (2 мг/л) і IV (3 мг/л) групах забезпечувало високий рівень життєздатності бджіл на першу добу дослідження (100%), проте в наступні 5 днів кількість живих бджіл знижувалася в III Д до рівня 49,49% і 57,52 – в IV Д. Кількість живих бджіл в V групі на 5 добу становила 41,32%, на 15 добу утримувалася на рівні 21,07%, а на 20 добу досліду – 14,9% (36 шт.), тоді як у контролі – 33,7% (68 шт.).

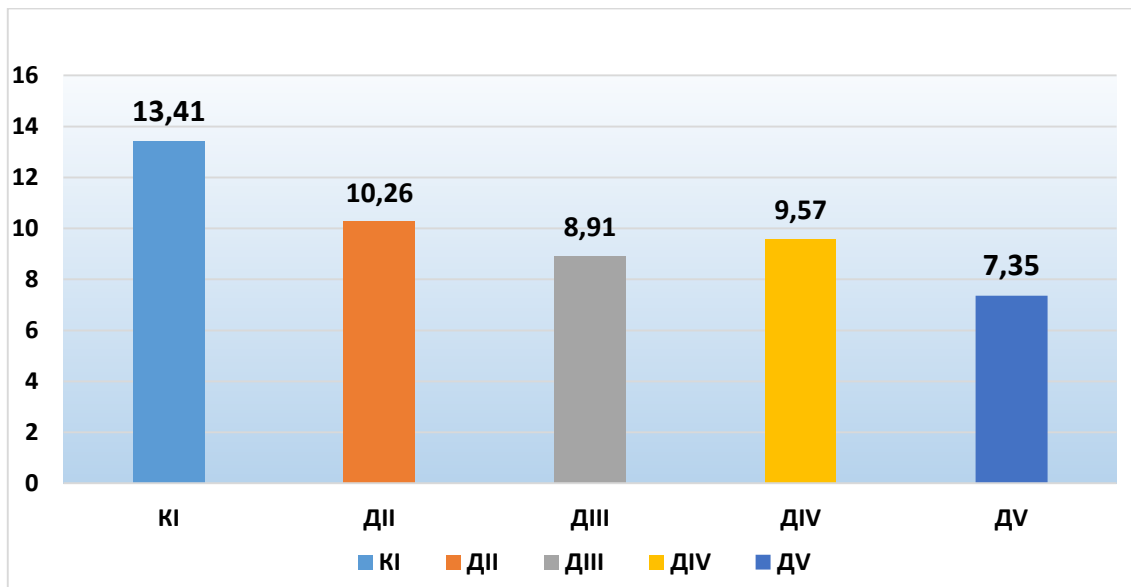
Аналіз діаграми, представленої на рис. 1 підтверджує відмінності змін, описані у таблиці 1. Виявлено, що найбільша кількість загиблих бджіл у перші 5 днів досліду характерна для III і V груп. На 10 день у IV групі живих бджіл було лише 29,8%, тоді як у контрольній групі живих бджіл було 70,80%, у II- 48,6%, III- 41,8% та IV-48,2%. Наступні 10- добовий період загибель бджіл на 20 добу була вищою на 19,3% (70,68%) у II дослідній групі, на 17,35% (75,51%) – III групі; на 19,91% (71,68%) – IV групі, на 14,88% (85,13%) – V групі проти 37,14 % (66,34 %) у контролі (рис. 3.1) зі збереженням цих різниць для живих бджіл порівняно до контролю.



**Рис.3.1 Динаміка загибелі бджіл, шт.**

Результати аналізу тривалості життя бджіл за коефіцієнтом середньої тривалості життя бджіл показали різної сили виражений вплив цитрату Mg на резистентність їх організму (рис. 3.2). Найкращий результат щодо тривалості життя

бджіл відзначений для II групи, що становить 10,26 у.од. за умов додавання до цукрового сиропу 0,4 мг Mg/л.



**Рис. 3.2** Коефіцієнт середньої тривалості життя бджіл, у.о.

Показник тривалості життя бджіл для IV групи, яким згодували цукровий сироп з додаванням 2 мг Mg/л, становив 9,57 у.о. Ще нижчий результат тривалості життя (8,91) відзначений для бджіл III дослідної групи, яка отримувала 2 мгMg/л. Найнижчий результат встановлений в V дослідній групі – 7,35 у.од., за згодування цукрового сиропу з додаванням 4 мг Mg/л

Отже, згодування бджолам з сиропом 0,4; 2; 3; 4 мг/л Mg у формі цитрату, отриманого шляхом нанотехнології, впродовж 20 діб, зумовлювало токсичний вплив на їх життєздатність і вказувало на залежність тривалості життя від концентрації цього елемента в сиропі. Тому, доцільним було проведення додаткового дослідження з нижчими концентраціями Mg цитрату і визначення фізіологічно активної дози для медоносних бджіл.

За результатами II етапу дослідження спостерігали позитивну динаміку із 100% збереженості впродовж 10 діб у III і IV дослідних групах, на тлі нижчої збереженості 97,30% - для II дослідної групи порівняно до контролю (табл. 2).

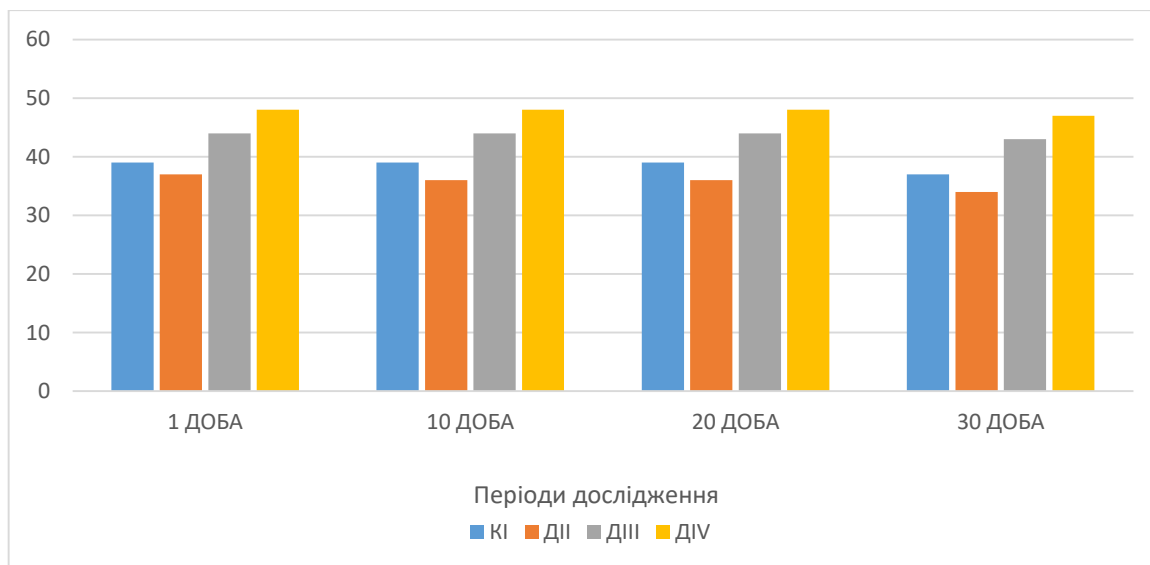


Таблиця 3.2

Динаміка збереженості та загибелі бджіл у садках термостату за умов їх підгодівлі цукровим сиропом та цитратом Mg у низькій концентрації

Показник	Групи / вміст Mg у цитраті			
	Контрольна	Дослідні		
	I-К, 1мл 50% ЦС + 1 мл дист. H <sub>2</sub> O	II-Д, 1мл 50% ЦС +1 мл (0,04 мг) Mg цитрату	III-Д 1мл 50% ЦС+ 1 мл (0,02 мг) Mg цитрату	IV-Д 1мл 50% ЦС + 1 мл (0,01 мг) Mg цитрату
К-сть бджіл, (шт./%):	39 100	37 100	44 100	48 100
через 1 добу	39	37	44	48
% живих	100	100	100	100
± до контролю	-	0	0	0
% мертвих	0	0	0	0
на 10 добу	39	36	44	48
% живих	100	97,30	100	100
± до контролю	-	-2,70	0	0
% мертвих	0	2,70	0	0
за 10 діб	39	37	44	48
% живих	100	100	100	100
± до контролю	-	0	0	0
% мертвих	0	0	0	0
на 20 добу	39	36	44	48
% живих	100	97,30	100	100
± до контролю	-	-2,70	0	0
% мертвих	0	2,70	0	0
за 20 діб	39	36	44	48
% живих	100	97,30	100	100
± до контролю	-	-2,70	0	0
% мертвих	0	2,70	0	0
на 30 добу	37	34	43	47
% живих	94,87	91,89	97,73	97,92
± до контролю	-	-2,98	+2,86	+3,05
% мертвих	5,13	8,11	2,27	2,08
за 30 діб	37	35	43	47
% живих	94,87	94,59	97,73	97,92
± до контролю	-	-0,28	+2,86	+3,05
% мертвих	5,13	5,41	2,27	2,08
К-ть живих бджіл ч/з 1-ну та 30-ть діб, %	100-94,87	100-91,89	100-97,73	100-97,92
Середня кількість бджіл за 30 діб				
% живих	38,5	35,7	43,7	47,7
± до контролю	98,7	96,5	99,4	99,4
% мертвих	-	-2,2	+1,3	+1,3
	1,3	3,5	0,6	0,6

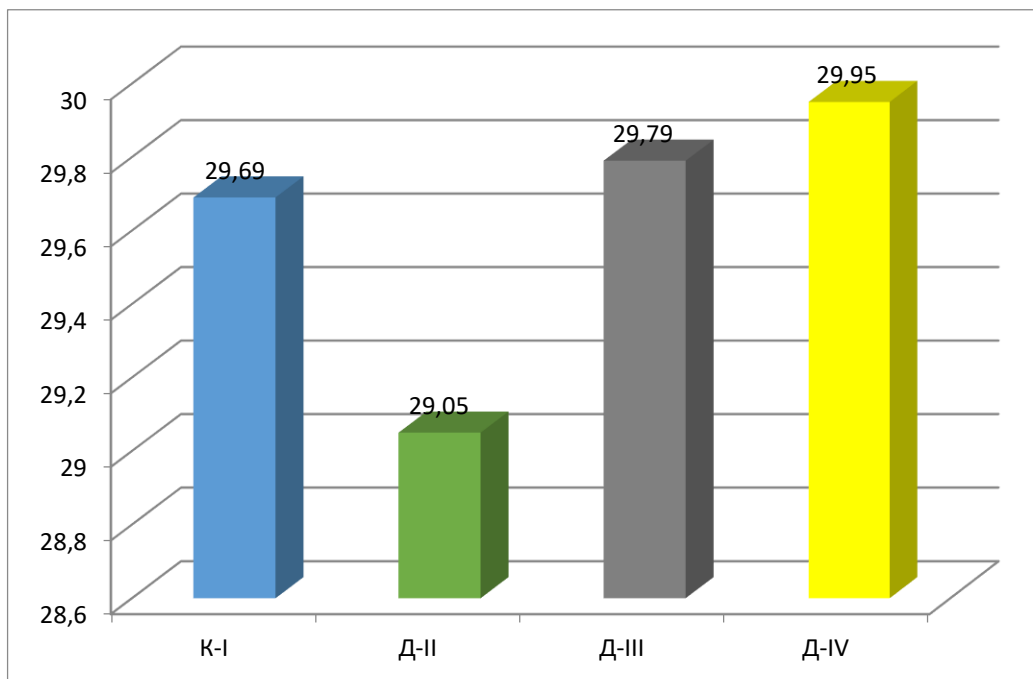
На 10 добу кількість живих бджіл у II дослідній групі була нижчою, становила 97,3% і зберігалася на такому рівні до 20 доби. За 20 діб кількість живих бджіл у III і IV дослідній групах кількість знижувалася у всіх дослідних групах і становила відповідно 94,59%; 97,73% та 97,92% проти 97,44% у контролі. Через 30 діб від початку досліду кількість живих бджіл коливалася, зокрема у II групі становила 94,59 %; III – 97,73%; IV – 97,92% проти контролю – 94,87% (рис. 3.3).



**Рис. 3.3** Динаміка збереженості бджіл за умов підгодівлі цитратом Mg, шт.

Динаміка загибелі бджіл впродовж 10 діб становила 0% у I – контрольній, III та IV дослідних групах. У II групі встановлено 2,7% загибелі бджіл зі збереження цієї величини до 20-ої доби. Проте, на 30 добу відзначено зростання рівня смертності від 2,70 (20 доба) до 8,11% у II дослідній групі порівняно до контролю. Поряд з цим, у III дослідній групі спостерігали дещо нижчий рівень загибелі бджіл впродовж 30 діб – 2,27 % на тлі 5,13% у контрольній групі. Кількість мертвих бджіл у IV дослідній групі на 30 добу становила 2,08% і була нижчою, ніж у контрольній групі в цей період досліду.

Аналіз коефіцієнтів середньої тривалості життя бджіл, впродовж періоду дослідження характеризувався позитивним впливом цитрату Mg на тривалість життя III і IV дослідних груп (рис.3.4).



**Рис. 3.4. Коефіцієнт середньої тривалості життя бджіл за умов підгодівлі цитрату Mg, у.о.**

Коефіцієнт середньої тривалості життя бджіл для III і IV груп, яким згодували цукровий сироп з додаванням цитрату Mg у дозі 0,02 і 0,01 мг Mg/л, становив 29,79 і 29,95 у.о. відповідно. Нижчий результат тривалості життя (29,05) відзначений для бджіл II групи, яка отримувала цитрату Mg у дозі 0,04 мг Mg/л порівняно з 29,69 у.о. у контролі.

Отримані результати свідчать про більш виражену позитивну дію Mg цитрату на життєздатність бджіл для III і IV дослідних груп, які отримували додатково до підгодівлі цукровим сиропом цитрат Mg в дозах 0,02 і 0,01 мг Mg/л.

## **Висновки**

1. Згодування бджолам з сиропом 2; 3; 4 мг/л Mg у формі цитрату, отриманого шляхом нанотехнології, впродовж 20 діб, зумовлювало токсичний вплив на їх життєздатність і вказує на залежність тривалості життя від концентрації цього елементу в сиропі.

2. Згодовування бджолам з сиропом 0,4; 0,02 і 0,01 мг/л Mg цитрату, впродовж 30 діб, сприяло підвищенню їх життєздатності, що вказує на стимулюючу дію і залежність від концентрації цього елементу в сиропі.

3. Виражена позитивна дія Mg цитрату відзначено для III і IV груп, які отримували до підгодівлі 0,02 і 0,01 мг Mg/л.

Результати цього розділу опубліковані:

1. Ковальчук І.І., **Андрoшулік Р.Л.** Вплив випоювання Mg цитрату медоносним бджолам на їх життєздатність. Актуальні проблеми фізіології тварин: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 120-річчю О. В. Квасницького (м. Полтава, 17–18 вересня 2020). Полтава : РВВ ПДАА, 2020: 50-51[22]
2. **Андрoшулік Р.Л.**, Ковальчук І.І. Вплив різних доз цитрату магнію на життєздатність медоносних бджіл. Біологія тварин, 2020, 24(4), 28 [3]
3. Kovalchuk I.I., Tsap M.M., **Androshulik R.L.**, Kroh A.O. Viability of bees under consumption of different doses of magnesium citrate // 5<sup>th</sup> International Scientific Conference Agrobiodiversity for Improving the Nutrition, Health, Life Quality, and Spiritual Human Development, November 3, 2021, Nitra. 81 [140]
4. **Андрoшулік Р.Л.**, Ковальчук І.І. Життєздатність медоносних бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату Mg // Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи», м. Дніпропетровськ, 2021., 17-18 [4]
5. Ковальчук І.І., **Андрoшулік Р.Л.**, Цап М.М. Вплив різних доз цитрату магнію на життєздатність бджіл. Бджільництво України. 2022, 9, 57-63 <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.00> [26]

### **3.2. Вміст окремих мікроелементів у тканинах бджіл за підгодівлі магнію цитрату у високій і низькій концентраціях**

Відомо, що Cu, Fe та Mn є металами, що беруть участь у окисно-відновних процесах і можуть викликати окислювальний стрес та порушувати стабільність біологічних систем, а рівень мінерального живлення може впливати на антиоксидантний статус медоносних бджіл. Магній бере участь в усіх основних метаболічних і фізіологічних процесах у клітині та відповідає за численні функції в організмі, включаючи нервово-м'язову, сигнальні шляхи, накопичення та передачу енергії, метаболізм глюкози, ліпідів і білків, стабільність ДНК та РНК і проліферацію клітин [196, 197].

Визначення вмісту Fe, Zn, Cu, і Mn у тканинах бджіл вказує на відмінності впливу застосованих концентрацій Mg цитрату, у першому етапі дослідження, на рівень цих елементів в їх організмі (табл. 3.3).

За результатами дослідження у тканинах цілого організму бджіл за умов додавання до стимулюючої підгодівлі Mg цитрату у різних розведеннях спостерігали зниження вмісту Феруму, Цинку, Купруму та Мангану в зразках тканин дослідних груп порівняно до контрольної.

Відомо, що такі мікроелементи як Цинк і Манган є структурними компонентами багатьох ферментів. Вони беруть участь у енергетичному обміні, клітинному диханні, метаболізмі нуклеїнових кислот, вуглеводів, білків і жирів, а також необхідні для функціонування імунної системи, входять до складу багатьох гормонів, підтримують антиоксидантний статус, регулюють активність розщеплення і всмоктування поживних речовин.

Таблиця 3.3

Вміст окремих мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі Mg цитрату у високій концентрації, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ ), мг/кг

Мікро- елементи	Групи медоносних бджіл				
	I-К ЦС	Дослідні			
		II-Д 0,04 мг Mg/л	III-Д 2 мг Mg/л	IV-Д 3 мг Mg/л	V-Д 4 мг Mg/л
Fe	187,7±12,15	150,1±9,27	119,3±9,38*	165,2±3,70	135,3±2,73*
Zn	132,9±13,69	89,8±5,17*	86,4±3,21*	108,7±2,37	81,2±5,48*
Cu	16,2±0,49	11,1±0,51**	8,5±0,09***	13,32±0,19**	12,3±0,92**
Mn	49,9±4,81	40,8±3,79	33,7±2,60*	41,7±3,13	31,5±0,28*

Примітка. — у цій та наступних таблицях \* -  $P < 0,05$ , \*\* -  $P < 0,01$ , \*\*\* -  $P < 0,001$  — вірогідні різниці між контрольною та дослідними групами

Характерно, що найнижчий вірогідний ( $P < 0,05$ ) вміст Феруму і Мангану встановлено у бджіл III і V дослідних груп. Рівень Цинку характеризувався нижчим вмістом ( $P < 0,05$ ) у зразках тканин організму II, III та V дослідних груп порівняно до контролю. Вміст Купруму вірогідно знижувався у тканинах бджіл всіх дослідних груп. Зокрема, в 1,5 раза ( $P < 0,01$ ) – II група; 1,9 раза ( $P < 0,001$ ) – III; 1,2 раза ( $P < 0,01$ ) – IV; 1,3 раза ( $P < 0,01$ ) – V порівняно до контролю. Встановлені коливання можуть свідчити про міжгрупові різниці надходження Cu з трофічного ланцюга, нагромадження її в окремих тканинах організму, оскільки цей елемент бере участь в різноманітних процесах метаболізму. Відомо, що від рівня Cu в організмі медоносних бджіл залежить інтенсивність синтезу амінокислот, а значна кількість цього елемента виділяється з особливим секретом залоз молодих бджіл – маточним молочком. Основна кількість Cu в організмі бджіл міститься в кутикулі – зовнішньому скелеті, який покриває тіло бджоли і хітинових утвореннях, що формують внутрішній скелет.

За результатами II етапу досліджень вмісту Fe, Zn, Cu, Mn у тканинах організму бджіл спостерігали менше виражений вплив нижчих доз Mg цитрату на нагромадження цих елементів в їх організмі. За згодовування застосованих концентрацій Mg цитрату вірогідних відмінностей вмісту Fe, Zn, Cu у тканинах бджіл II, III, V дослідних груп не встановлено (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Вміст окремих мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі Mg цитрату у низькій концентрації, ( $M \pm m$ ,  $n=10$ ), мг/кг**

Мікроелементи	Групи медоносних бджіл			
	Контрольна I ЦС	Дослідні		
		II-Д 0,04 мг Mg/л	III-Д 0,02 мг Mg/л	IV-Д 0,01 мг Mg/л
Fe	51,02±4,15	51,12±3,57	50,22±5,02	59,78±2,89
Zn	25,24±3,01	27,27±4,11	26,15±4,58	29,20±3,29
Cu	3,47±0,78	3,34±0,91	3,29±0,84	3,88±0,63
Mn	8,69±0,20	13,19±0,75**	11,55±0,72*	9,27±0,86

Проте, спостерігали підвищення рівня Mn у тканинах бджіл II ( $P < 0,01$ ) і III ( $P < 0,05$ ) дослідних груп на тлі не вірогідного зростання у IV дослідній групі порівняно до контролю. Відсутність вірогідних різниць вмісту цих елементів у тканинах бджіл II–IV груп порівняно до контролю може вказувати на достатній рівень їх забезпечення в організмі з природного корму до початку експерименту.

Необхідно відзначити, що потреба бджіл у мікро- і макроелементах забезпечується їхнім надходженням з пилом рослин, водою і нектаром, проте залежить в значній мірі від синергічних або антагоністичних зв'язків між різними, у т.ч. недостатньо вивченими елементами. Важлива роль окремих елементів (Fe, Zn, Cu) в організмі бджіл визначає їх потребу в кормах для функціонування окремих систем та органів. Стимулююча підгодівля Mg цитрату впливала як на

вміст окремих досліджених елементів у тканинах, так і на весь мінеральний обмін в організмі медоносних бджіл.

### **Висновки.**

1. Підгодівля медоносних бджіл цукровим сиропом з додаванням нанотехнологічного цитрату магнію впродовж 20 (I етап) і 30 діб (II етап) в умовах термостату зумовлює зміни вмісту Fe, Zn, Cu, Mn у тканинах їхнього організму. Застосування вищих доз Mg цитрату характеризувалось зниженням вмісту Феруму, Цинку, Купруму і Мангану у тканинах організму бджіл III і V дослідних груп.
2. За результатами II етапу досліджень визначення вмісту Fe, Zn, Cu, Mn у тканинах організму бджіл спостерігали стимулюючий вплив нижчих - 0,02 (P<0,05) і 0,04 мг Mg/л (P<0,01) та не вірогідно - 0,01 мг Mg/л доз Mg цитрату на нагромадження Mn в їх організмі. Вміст Fe, Zn, Cu не зазнавав суттєвих відмінностей порівняно з їх рівнем у тканинах організму бджіл контрольної групи.

### **Результати цього розділу опубліковані:**

1. Ковальчук П, Цап ММ, Андрошулік РЛ, Пилипець АЗ, Денис ГГ Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі магнієм цитрату. Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2023; 25(109): 8-12 [36]  
DOI <https://doi.org/10.32718/nvlvet10902>

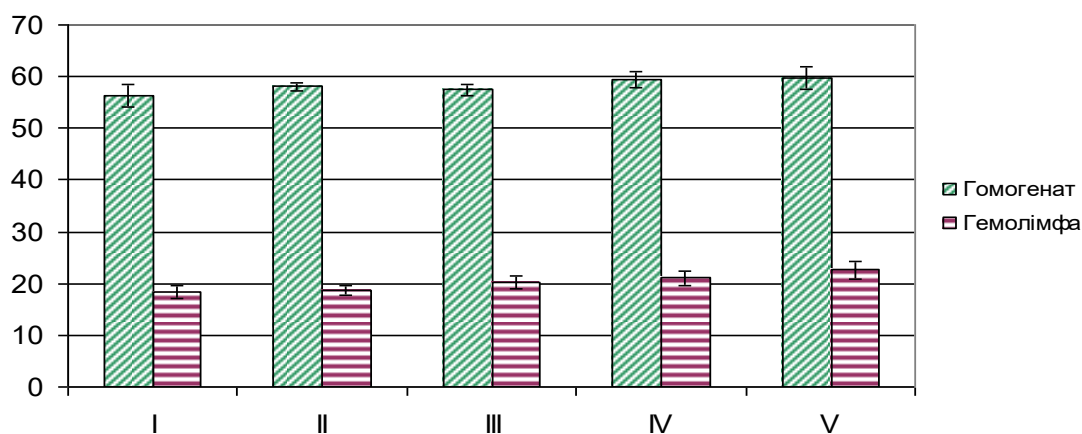


### **3.3 Вміст загального білка та фракційний склад білків у гемолімфі та тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі магнію цитрату у високій і низькій концентраціях**

Гемолімфа бджоли забезпечує всі її органи, тканини і клітини необхідними поживними речовинами, а в неї з органів надходять метаболіти. Гемолімфа безпосередньо пов'язана з усіма основними обмінними процесами в організмі комах, зокрема, вона транспортує білки, які забезпечують розвиток життєво важливих органів бджоли (підглоткових залоз, жирової тканини) [67, 78, 181].

Відомо, що магній є необхідним елементом при вуглеводному, білковому та ліпідному обміні, при синтезі нуклеїнових кислот та бере участь у синтезі майже всіх нейромедіаторів. Білки відіграють провідну роль у обміні речовин в організмі. Відомо, що вони приймають активну участь у більшості життєво важливих процесів. Білки необхідні для росту й розвитку, синтезу ферментів і гормонів. Завдяки здатності утворювати біохімічні комплекси, білки приймають активну участь в транспорті поживних і біологічно активних (ферментів, гормонів, вітамінів, макро- і мікроелементів) речовин в організмі. Вони виконують також захисну функцію в організмі. Одним із основних показників білкового обміну в організмі є вміст загального білка і білкових фракцій.

Результати досліджень показали (рис. 3.5), що додавання до цукрового сиропу різних доз Mg цитрату збільшувало вміст загального білка як у гомогенатах тканин цілого організму так і гемолімфі, але ці різниці недостовірні, що може вказувати на відсутність суттєвого впливу на концентрацію протеїнів у гемолімфі та тканинах бджіл.



**Рис. 3.5** Вміст загального білка у гомогенатах тканин цілого організму (г/кг) та гемолімфі бджіл за підгодівлі Mg цитрату у високій концентрації (г/л).

Дослідження білкових фракцій гемолімфи медоносних бджіл (I етап) показали, що вміст альбумінів не виявлено в гемолімфі медоносних бджіл (табл.3.5). Відмічено зниження  $\alpha_1$  – глобулінів у гемолімфі бджіл III - V груп. Разом з тим, відсотковий вміст  $\alpha_2$  – глобулінів характеризувався вірогідно нижчим вмістом у гемолімфі бджіл у всіх дослідних групах порівняно до контролю.

Таблиця 3.5

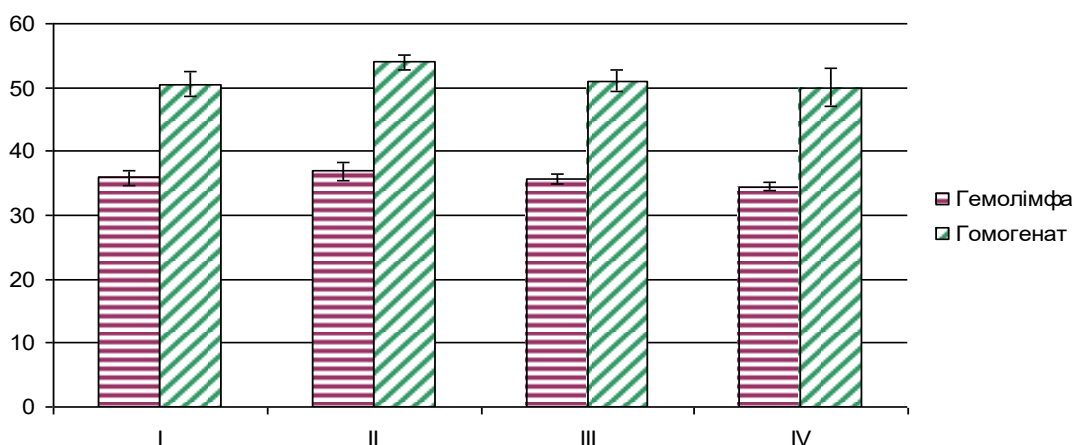
**Вміст білкових фракцій в гемолімфі медоносних бджіл за підгодівлі Mg цитрату у високій концентрації, % (M $\pm$ m)**

Фракції білків	I - К ЦС	Дослідні			
		II-Д 0,04 мг Mg/л	III-Д 2 мг Mg/л	IV-Д 3 мг Mg/л	V-Д 4 мг Mg/л
$\gamma$ -глобуліни	11,88 $\pm$ 0,51	6,80 $\pm$ 0,28***	8,70 $\pm$ 0,34**	10,55 $\pm$ 0,41	11,75 $\pm$ 0,80
$\beta$ -глобуліни	61,42 $\pm$ 0,62	71,64 $\pm$ 0,89***	72,45 $\pm$ 1,47**	70,28 $\pm$ 0,48***	70,89 $\pm$ 0,79***
$\alpha_2$ -глобуліни	18,35 $\pm$ 1,01	13,16 $\pm$ 0,81**	11,81 $\pm$ 0,94**	12,23 $\pm$ 0,47**	9,90 $\pm$ 0,33**
$\alpha_1$ -глобуліни	8,36 $\pm$ 0,68	8,40 $\pm$ 0,77	7,04 $\pm$ 0,52	6,94 $\pm$ 0,43	7,47 $\pm$ 0,57
альбуміни	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Аналізуючи зміни відсоткового вмісту  $\beta$  – глобулінів у гемолімфі бджіл встановлено зростання їх рівня у II ( $P < 0,001$ ), III ( $P < 0,01$ ), IV ( $P < 0,001$ ) і V ( $P < 0,001$ ) дослідних групах порівняно до контролю. Відсотковий вміст  $\gamma$  – глобулінів характеризувався зниженням у гемолімфі II ( $P < 0,001$ ) та III ( $P < 0,01$ ) груп на тлі вищого рівня у V дослідних групах. Такі зміни, можливо, є наслідком регуляторного впливу Mg цитрату на надходження окремих протеїнових фракцій з жирового тіла у гемолімфу за відсутності білкового корму бджіл в умовах термостату, де переважало вуглеводне живлення впродовж 20 діб періоду дослідження.

Відомо, що вміст білка в гемолімфі більш постійний у дорослих бджіл. Значно змінюється концентрація білка залежно від сезону року, особливо найвищі показники відмічені у бджіл восени та взимку, а також фізіологічний стан пов'язаний з їх функціональною активністю.

Результати II етапу досліджень показали, що рівень загального протеїну в гемолімфі бджіл дослідних груп суттєво не відрізнявся від рівня у контролі. Проте, за умов підгодівлі бджіл цитратом Mg в дозі 0,01 мг/л рівень протеїну був нижчим на 4%. Аналогічні різниці відзначені для рівня білка у гомогенаті тканин організму(рис.3.6).



**Рис. 3.6** Вміст загального білка у гемолімфі (г/л) та гомогенаті тканин цілого організму бджіл за підгодівлі Mg цитрату у низькій концентрації (г/кг).

За результатами дослідження білкових фракцій гемолімфи медоносних бджіл (II етап) спостерігали зниження  $\alpha_1$  – глобулінів у гемолімфі бджіл II, III ( $p < 0,05$ ) та IV ( $p < 0,001$ ) дослідних груп порівняно до контролю (табл. 3.6). Відсотковий вміст  $\alpha_2$  – глобулінів характеризувався вірогідно нижчим вмістом у гемолімфі бджіл у IV ( $p < 0,05$ ) на тлі вищого  $\beta$  – глобулінів у гемолімфі бджіл. Встановлено зростання відсоткового вмісту  $\gamma$  – глобулінів у II ( $p < 0,05$ ), III та IV ( $p < 0,01$ ) дослідних групах бджіл.

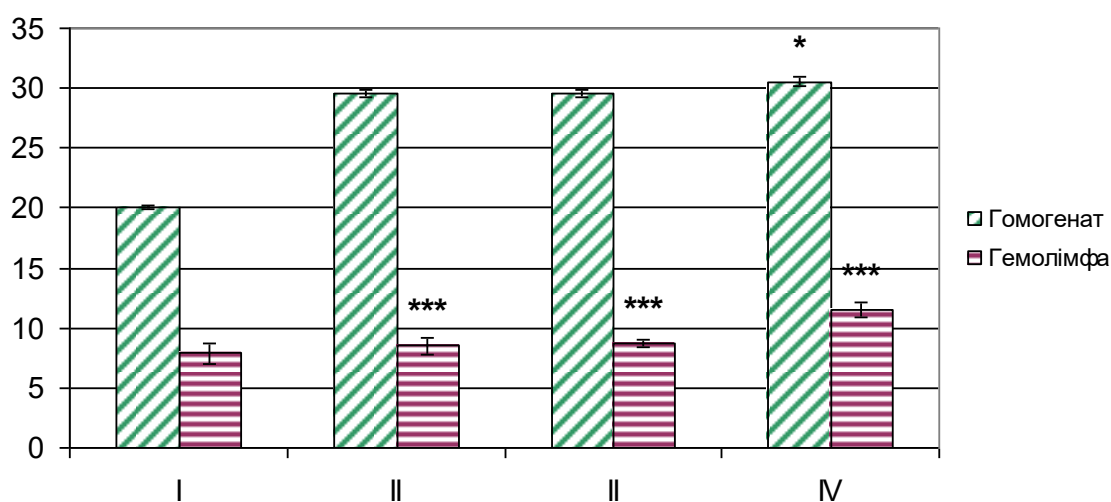
Таблиця 3.6.

**Вміст білкових фракцій в гомогенаті тканин медоносних бджіл за підгодівлі Mg цитрату у низькій концентрації, % ( $M \pm m$ )**

Фракції білків	Контрольна І ЦС	Дослідні		
		II -Д 0,04 мг Mg/л	III-Д 0,02 мг Mg/л	IV-Д 0,01 мг Mg/л
$\gamma$ –глобуліни	13,20±0,76	15,59±0,64*	15,22±0,73	17,82±1,13**
$\beta$ –глобуліни	57,92±1,45	58,38±0,78	58,86±1,05	60,65±1,59
$\alpha_2$ –глобуліни	15,73±0,82	15,25±0,69	15,89±0,41	13,17±0,51*
$\alpha_1$ –глобуліни	13,16±0,88	10,78±0,63	10,03±0,87*	8,37±0,53***
альбуміни	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Магній є кофактором для більш ніж 600 та активатором для 200 ферментів. Враховуючи здатність  $Mg^{2+}$  зв'язувати неорганічний фосфат, АТФ, фосфокреатин та інші фосфометаболіти утворюють комплекси з Магнієм, що має важливі наслідки для багатьох метаболічних реакцій, особливо пов'язаних із вуглеводним обміном та клітинною біоенергетикою. Першорядне значення Магнію в гліколітичному шляху та мітохондріальному синтезі АТФ відоме давно. Багато гліколітичних ферментів чутливі до Магнію, основною функцією якого є полегшення перенесення високоенергетичних фосфатів. Таким чином працюють гексокіназа, фосфофруктокіназа, фосфогліцераткіназа та піруваткіназа, у той час як альдолаза та енолаза використовують  $Mg^{2+}$  для своєї стабільності та активності [192].

Як відомо, роль каталази полягає в захисті клітин від перекису водню, що утворився під час метаболізму та в забезпеченні їх киснем. Каталаза діє в клітинах разом із пероксидазою і руйнує ту частину перекису водню, котра не може бути інактивована зазначеним ферментом. Тому, чим вище показник активності цього ферменту, тим менше буде позначатися негативна дія перекису водню, а клітини тканин не будуть відчувати дефіциту в кисні [193]. За результатами досліджень спостерігали вірогідно вищу активність каталази у гемолімфі бджіл всіх дослідних груп ( $p < 0,001$ ). Найвища вірогідна активність каталази, в 1,5 раза, характерна для IV групи медоносних бджіл порівняно до контрольної групи.



**Рис. 3.7 Активність каталази в гемолімфі та гомогенаті тканин цілого організму бджіл за підгодівлі Mg цитрату у низькій концентрації, ммоль/мг білка/хв**

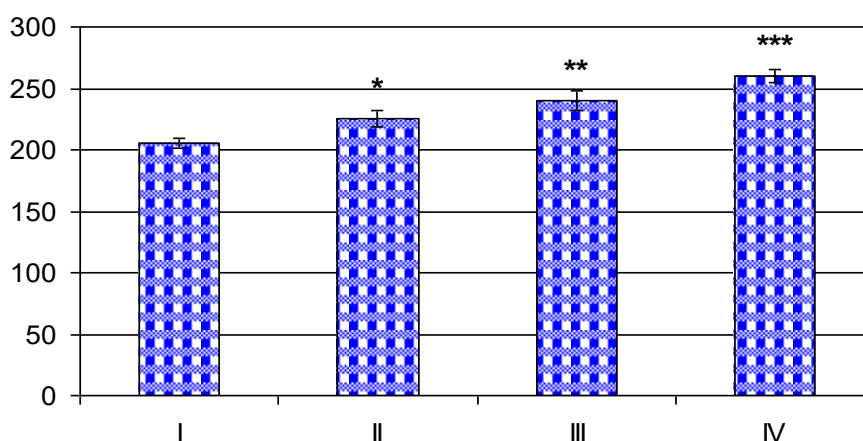
Вищу активність каталази спостерігали також у гомогенаті тканин бджіл II (8%) і III (11%) дослідних груп. Висока каталазна активність може бути пов'язана із підвищеною генерацією активних форм кисню в процесі травлення. Крім того, високий рівень активних форм кисню можливий завдяки життєдіяльності мікрофлори кишечника бджіл. Найвищу активність каталази встановлено у зразках гомогенату бджіл IV ( $p < 0,05$ ) дослідної групи, яка отримувала цитрат Mg у дозі 0,01 мг/л, що може вказувати на оптимізуючий регуляторний вплив Mg цитрату у цій дозі на детоксикаційну здатність цього ензиму. Отже, підгодівля

бджіл Mg цитрату посилювала каталазну активність гемолімфи у всіх трьох дозах (0,04; 0,02; 0,01 мг Mg цитрату).

Мітохондрії містять високі концентрації магнію, який відіграє ключову роль у синтезі АТФ – універсального та особливо значущого джерела енергії. Нестача магнію сприяє зниженню енергетичного потенціалу та зниженню швидкості обміну речовин. Тому зв'язування між АТФ і  $Mg^{2+}$  призводить до адекватної конформації, що дозволяє послабити кінцевий зв'язок О–Р АТФ, тим самим полегшуючи перенесення фосфату [128, 172].

Магній впливає на вуглеводний обмін багатьма аспектами. Але головною особливістю є те, що цей елемент підвищує чутливість до інсуліну, який є особливо значущим фактором контролю рівня цукру в крові .

Аналіз досліджених показників гомогенатів тканин організму бджіл у другому етапі вказує на біохімічний вплив цитрату магнію у дослідних групах порівняно з контрольною. Зокрема, у гомогенаті тканин бджіл дослідних груп встановлено збільшення вмісту глікогену у II групі на 9,81 % ( $p < 0,05$ ), у III – на 17,2 % ( $p < 0,01$ ) і у IV – на 26,9 % ( $p < 0,001$ ) порівняно з контрольною групою бджіл, що може вказувати на активацію вуглеводного обміну в їх організмі.



**Рис. 3.8** Вміст глікогену у гомогенатах цілого організму бджіл за підгодівлі Mg цитрату у низькій концентрації, мг%

Тридцяти добова підгодівля дослідних бджіл цитратом магнію, очевидно зумовлювала посилення засвоювання цукрового сиропу і трансформацію його у

глікоген у всіх трьох дозах (0,04; 0,02; 0,01 мг Mg цитрату). За умов застосування Mg цитрату у дозах 0,04; 0,02; 0,01 мг спостерігали збільшення активності каталази у гемолімфі всіх дослідних груп та в гомогенатах тканин цілого організму у IV групі, а також збільшення вмісту глікогену у всіх дослідних групах.

### **Висновки**

1. Застосування Mg цитрату у підгодівлі медоносних бджіл не відзначено вірогідним підвищення рівня загального вмісту білків у гемолімфі та гомогенатах цілого організму у тканинах дослідних груп як на I так і II етапах.

2. Застосування Mg цитрату у підгодівлі медоносних бджіл змінювало співвідношення окремих протеїнових фракцій гемолімфи зі зменшенням відносного вмісту альбуміну,  $\beta$ -глобуліну та збільшенням  $\alpha_2$  і  $\gamma$  глобулінів за дії 0,01 мг Mg. Вплив 0,04 мг Mg зумовлював підвищення відносного вмісту  $\alpha_1$  і зменшення  $\beta$  і  $\gamma$  – глобулінів у гемолімфі медоносних бджіл дослідних груп.

3. Підгодівля бджіл Mg цитрату посилювала каталазну активність у гемолімфі всіх трьох дозах (0,04; 0,02; 0,01 мг Mg цитрату), а у гомогенатах цілого організму тільки при дозі 0,01 г Mg цитрату. Застосування Mg цитрату у підгодівлі медоносних бджіл підвищувало вміст глікогену у всіх трьох дозах (0,04; 0,02; 0,01 мг Mg цитрату).

Результати цього розділу опубліковані:

1. Kovalchuk II, **Androshulik RL**, Tsap MM Content of total protein and its fractions in hemolymph of bees depending on the level of introduction to sugar syrup citrates Mg The Animal Biology. 2021; 23 (3): 61 [139]

2. Ковальчук II, **Андрошулік РЛ**, Пилипець АЗ, Цап ММ Вміст загального білка та його фракцій у гемолімфі та тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі цитрату Mg. Вісник ЛНУВМБ імені С.З.Гжицького. 2023; 25(111): 90-96 DOI <https://doi.org/10.32718/nvlvet11114> [25]

3. **Андрoшулік РЛ, Ковальчук П** Активність каталази в гемолімфі та тканинах організму бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату Mg Тези доповідей П конференції “Сучасні методи діагностики, лікування та профілактика у ветеринарній медицині” присвяченої 140-річчю відкриття навчального закладу “Цісарсько-королівська школа та школа підковування коней разом із клінікою-стаціонаром для тварин у Львові”. Львів, 2021: 18-19 [6]

### **3.4 Репродуктивна здатність бджолиних маток та продуктивність бджіл за підгодівлі магнію цитрату у весняний період**

Повноцінність раціону бджіл забезпечується як нектаром, так і квітковим пилком рослин, особливо поліфлорного складу, що є якісно багатшим за якісною оцінкою. Він містить значно більше вітамінів, мікро- та макроелементів та є повноцінним джерелом протеїну, незамінних амінокислот, ензимів і ліпідів, що позитивно впливають на фізіолого-біохімічні процеси в організмі медоносних бджіл та яйцекладку маток [53].

За результатами проведених досліджень, даними спостережень за першим очисним вильотом бджіл (весняна ревізія) із вулика виявлено, що сім'ї дослідних груп були більш активніші, раніше здійснювали обліт та не залишали на передній стінці вулика калових мас. Збереженість бджіл взимку залежить від спадкових особливостей бджолиної сім'ї, її здоров'я, осіннього нарощування бджіл, доброякісності кормів, породи та інших чинників. Слід зазначити, що дослідні групи характеризувалися вищими показниками щодо збереженості в період зимівлі. Бджоли дослідної групи за зимовий період витратили меншу кількість меду порівняно з контролем. Це пов'язано з тим, що у контрольній групі бджолині сім'ї були дещо слабшими, і тому витратили більше енергії на підтримку оптимального мікроклімату в гнізді під час зимівлі. Процес зміни перезимувавших бджіл триває 30-35 днів з дня першого обльоту і початку інтенсивної кладки яєць маткою. Бджоли, що перезимували, сильних сімей після



очисного об'льоту живуть до 40-45 днів. На момент їх загибелі сила сімей збільшується на 2–3 вулички. Тривалість періоду зміни бджіл багато в чому визначається якістю і тривалістю їх життя, яка залежить від сили сім'ї, умов зимівлі, забезпеченості бджіл повноцінним кормом, погоди навесні і умов медозбору.

Зокрема, за середніми показниками збереженості бджолиних сімей спостерігали вищу збереженість за підгодівлі цукровим сиропом з додаванням 4 мкг/мл Mg у вигляді нанотехнологічного цитрату порівняно до контрольної групи. (табл.3.7).

Якщо сила сімей під час осінньої підгодівлі у дослідних груп була однаковою, то весною перевага була за дослідними групами зі збільшенням підрамковим простором. Бджолині сім'ї зберегли свою силу, яка була вищою за показник у контрольній групі.

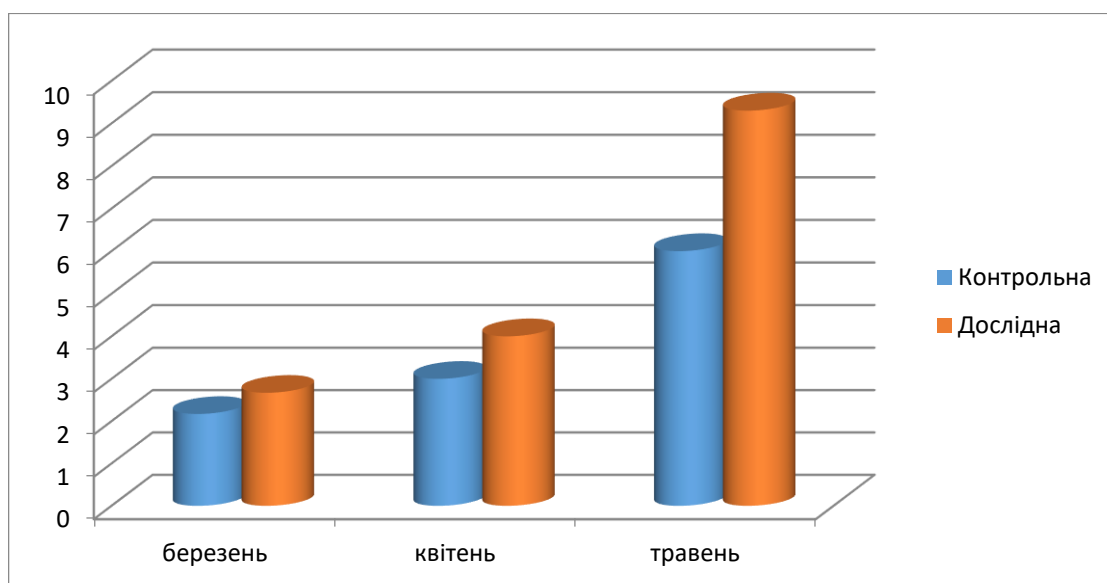
Таблиця 3.7

### Основні показники весняної ревізії бджолиних сімей

Показник	Групи бджіл	
	I-контрольна	II-дослідна
Сила сім'ї, вуличок	4,00±1,0	6,67±0,67
Кількість розплоду, рамок	2,17±0,17	2,67±0,33
Підмор, г	193,33±29,33	100,0±11,55*
Забрудненість рамок каловими масами, балів	3	відсутня
Збереженість, %	90	100

Огляд бджолиних сімей після зимівлі під час весняної ревізії показав, що в дослідних групах у гніздах залишилося менше підмору бджіл та більше розплоду. Характерно, що у дослідних групах бджіл вулики чисті, без слідів калу та цвілі.

Натомість, у контрольній групі забрудненість рамок каловими масами становила 3 бали.



**Рис.3.9. Розвиток бджолиних сімей у весняний період, вуличок**

За періодами розвитку бджолині сім'ї дослідних груп краще розвивалися за контрольну групу. Так, перевага за силою у дослідній групі над контрольною у квітні була на 33 %, у травні – на 55 %.

За результатами дослідження репродуктивної здатності бджолиних маток встановлено відмінності інтенсивності середньодобової яйцекладки бджолиних маток дослідних груп порівняно до рівня її у маток бджолосімей контрольної групи (табл.3.8). Аналіз результатів підрахунку зрілого печатного розплоду за підгодівлі цитратом Mg, вказує на зростання відкладання бджолиною маткою яєць за добу у II дослідній групі – на 1,4 % порівняно до контрольної групи. Середня кількість відкладених яєць бджолиними матками впродовж II періоду дослідження коливалася від 16269 (II група) проти 16039 яєць у контрольній групі.

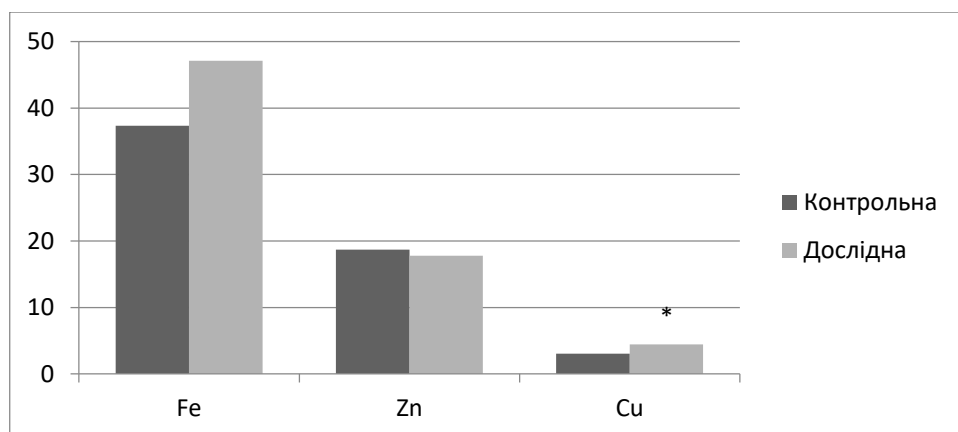
Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, кількість яєць/добу ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Дата проміру/12 – добові етапи дослід.	Контрольна	Дослідна	% до контролю	
Підготовчий період (I-етап)				
I етап	Середнє на джоломатку за добу, шт	1 174,5±49,07	1 100,2±42,87	93,6
	Кількість яєць всього за 12 діб, шт	14 097,5±589,19	13 202,2±514,7	
Дослідні періоди				
II етап	Середнє на бджоломатку за добу, шт	1 336,5±5,63	1 355,8±50,40	101,4
	Кількість яєць всього за 12 діб, шт	16 039,6±67,55	16 269,3±604,49	
	% до I етапу	113,8	123,2	
III етап	Середнє на бджоломатку за добу, шт	1 470,5±52,45	1 687,5±144,49	104,0
	Кількість яєць всього за 12 діб, шт	17 646,5±629,60	20 250,0±1733,62	
	% до II етапу	110,0	121,4	
Всього відкладено яєць за обліковий період, шт		47 783,7	49 721,5	

Що стосується загальної кількості яєць за весь період дослідження, то варто зазначити, що в дослідній групі кількість яєць зростала порівняно як до контролю, так і до підготовчого періоду. Очевидно, вищий рівень яйцекладки маток дослідної групи може підтримуватися як збільшенням вмісту біологічно активних компонентів у маточному молочку бджіл-годувальниць від стимулюючого впливу цитрату Mg на обмін речовин у їх організмі, так і збереженням високої активності репродуктивної системи маток. Відомо, що існує прямий взаємозв'язок між силою бджолоїної сім'ї та величиною медозбору. Сильні сім'ї збирають більше меду на одиницю живої маси бджіл, оскільки пропорційно менше особин таких сімей займається вирощуванням розплоду.

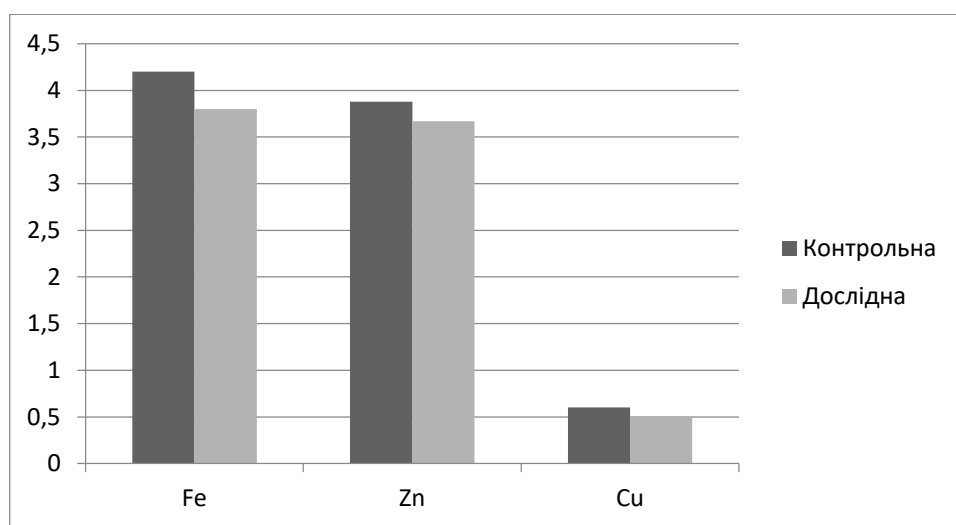
Потреба бджіл у макро- і мікроелементах забезпечується їхнім надходженням з пилком рослин, водою і нектаром. Додавання до корму бджіл сполук окремих мікроелементів, як метаболічних стимуляторів органічного та неорганічного походження, внесених у різних дозах, впливає на корекцію фізіолого-біохімічних процесів і підвищує продуктивність медоносних бджіл [191].

За результатами дослідження встановлено, що мінеральні елементи не в однаковій кількості акумулюються в тканинах організму бджіл і продукції. Вміст Fe зростав, але не вірогідно, у тканинах бджіл дослідної групи, на тлі зниження рівня Zn. Однак, концентрація Cu у тканинах бджіл дослідної групи статистично вірогідно перевищувала її рівень у контрольній групі на відміну від тенденції збільшення у зразках продукції (рис. 3.10).



**Рис. 3.10** Вміст мінеральних елементів в тканинах організму бджіл, мг/кг

Аналіз літературних джерел свідчить, що надходження мінеральних елементів в організм бджіл з природних і штучних кормів (нектар, мед, пилок, цукровий сироп) суттєво впливає на вміст мікроелементів як у тканинах, так і продукції бджіл. За результатами дослідження концентрація Феруму, Цинку та Купруму у меді бджіл дослідної групи знижувалася за дії магнію цитрату нанотехнологічного, що відзначали й інші дослідники [40, 66, 195, 198]. Одержані результати свідчать про вплив дози застосованого Mg цитрату на вміст мікроелементів у меді бджіл.



**Рис. 3.11** Вміст мінеральних елементів в меді за умов згодовування магнію цитрату, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Як відомо, у меді знаходиться велика кількість ферментів, присутність яких свідчить про високу біологічну цінність. Основні ферменти, що містяться у меді – це глюкозооксидаза, інвертаза і діастаза. Слід зазначити, активність діастази має найбільш вагоме значення. За результатами дослідження значення проліну та діастазного числа у зразках меду дослідної групи було відповідно у 1,1 ( $P < 0,01$ ) та 1,3 ( $P < 0,05$ ) рази вищим ніж у контрольній групі.

Таблиця 3.9

**Якісні та фізико-хімічні показники меду за умов згодовування цитрату магнію, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Показники якості	Група медоносних бджіл		Вимоги ДСТУ 4497:2005
	Контрольна	Дослідна	
Пролін, мг/кг	324,77±0,84	366,46±3,46**	300,0
Діастазне число, од.Готе	10,84±0,53	14,34±0,01*	10,0-15,0
Масова частка води, %	18,13±0,35	19,04±0,83	18,5-21,0
pH	4,29±0,003	4,32±0,009*	3,5-4,5

Важливим показником якості меду є масова частка води в ньому. З підвищеним вмістом води бджолина продукція легше переходить у рідкий або кристалічний стан, а можливість його бродіння стає вищою. Згідно з дослідженнями масова частка води у відібраних зразках меду була відповідно вищою у дослідній групі, порівняно до контролю, проте не перевищувала гранично допустимої норми. Ці дані вказують на можливу регуляторну роль Mg цитрату у зв'язуванні води вуглеводами меду.

За органолептичними ознаками мед відповідав вимогам ДСТУ 4497:2005 []. Не виявлено ознак бродіння меду, смак солодкий, ніжний, без сторонніх присмаків, відповідного відтінку кольору від світло-жовтого до жовтого, в'язкої консистенції і без механічних домішок (табл. 3.10). Колір меду – один з головних критеріїв вибору споживача, пов'язаний з хімічним складом меду. Цей показник перебуває в прямій залежності від ботанічного походження, кліматичних умов, характеру ґрунтів тих регіонів, де був зібраний нектар. Темний мед має більш високий вміст мінералів, декстринів і поліфенолів, вищу кислотність, ніж світлі меди [119].

**Органолептичні показники меду за умов згодовування цитрату магнію, мг/кг, ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Назва показника	Група	Характеристика	ДСТУ 4497:2005
Колір	I	світло-жовтий	безколірний, білий, світло-жовтий, жовтий, темно-жовтий, темний з різними відтінками
	II	жовтий	
Смак	I	ніжний	солодкий, ніжний, приємний, терпкий, подразнює слизову оболонку ротової порожнини, без сторонніх запахів
	II	солодкий	
Консистенція	I	в'язка	рідка, в'язка, дуже в'язка, щільна
	II	щільна	
Кристалізація	I	дрібнозерниста	від дрібнозернистої до крупнозернистої
	II		
Ознаки бродіння (закисання)	I	відсутні	не дозволені
	II		
Механічні домішки	I	відсутні	не дозволені
	II		

Визначення органолептичних і фізико-хімічних показників у меді бджіл дослідної групи вказує на оптимізуючий вплив цитрату Mg на його біологічну цінність, якість та безпечність.

Отже, підгодівля бджіл з додаванням до цукрового сиропу Mg цитрату стимулює мінеральний обмін в їхньому організмі й оптимізує вміст мікроелементів у продукції, що вказує на доцільність застосування добавок до цукрового сиропу у живленні бджіл.

## **Висновки.**

1. Згодовування бджолиним сім'ям нанотехнологічного цитрату Mg впливало на репродуктивну функцію бджолиних маток — середньодобова і загальна кількість відкладених яєць бджолиних маток дослідної групи була вищою порівняно з контрольною групою.

2. Встановлено міжгрупові різниці вмісту мікроелементів у тканинах організму бджіл з підвищенням вмісту Fe, Cu і зниженням концентрації Zn за підгодівлі цитрату Mg медоносним бджолам.

3. Додавання Mg цитрату до цукрового сиропу у період літньо-осінньої підгодівлі бджіл оптимізувало фізико-хімічні показники меду з підвищенням вмісту проліну ( $P < 0,01$ ) і діастазного числа ( $P < 0,05$ ).

Результати цього розділу опубліковані:

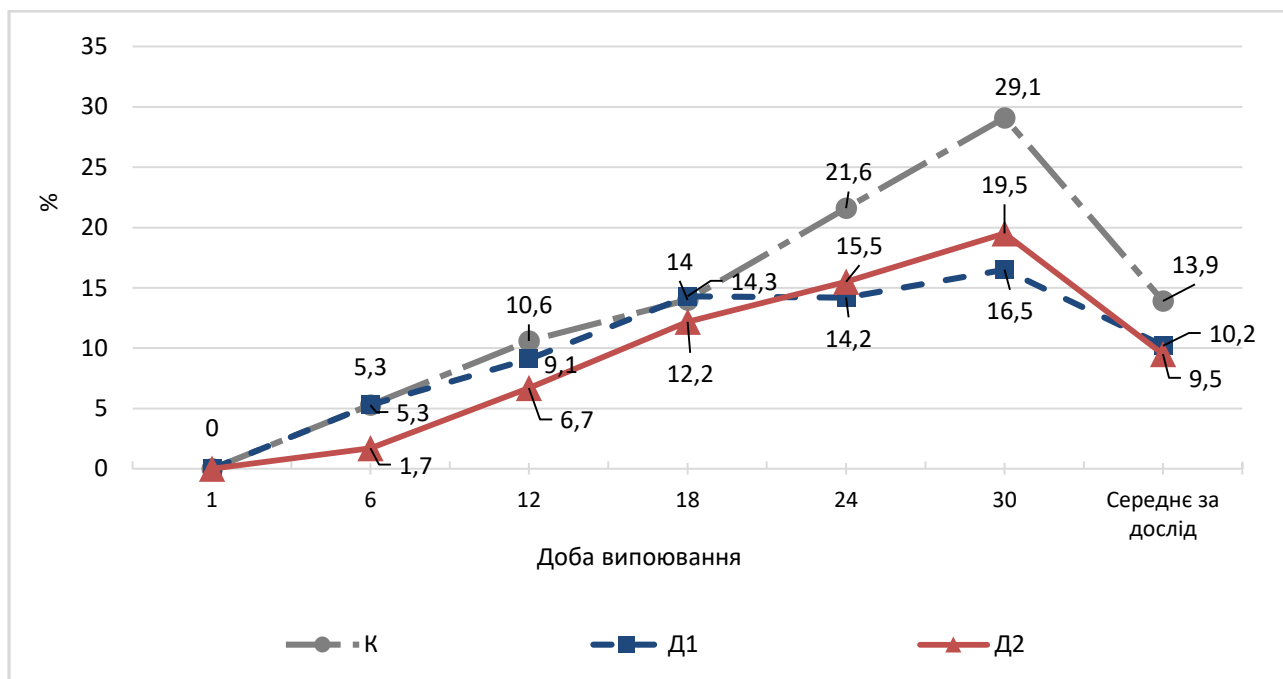
1. Андрюшулік РЛ, **Ковальчук П** Репродуктивна здатність бджолиних маток та продуктивність бджіл за підгодівлі магнію цитратом. Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин НААН. 2023; 24(2): 25-32 [5]

### **3.5 Дослідження дії різних доз пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 на життєздатність медоносних бджіл.**

Бактерії становлять основну частину природної мікрофлори травного тракту бджіл у літній період. Мікроорганізми, які містяться в пробіотичних препаратах колонізують кишечник бджіл і підтримують процеси травлення та закислюють середовище, допомагають захистити організм від інфекції та розвитку патогенних мікроорганізмів, таких як *Paenibacillus larvae* або *Nosema ceranae*. Застосування пробіотика зміцнює стан бджолиних сімей і позитивно впливає на їх життєдіяльність.



Додавання пробіотичного препарату *L. casei* В-7280 до цукрового сиропу впливало на показники життєздатності бджіл дослідних груп. Так, на 6 добу підгодівлі кількість мертвих бджіл у Д 1 та контрольній групах зберігалася на близькому рівні та становила 5,3 % (рис. 3.12). Однак, кількість живих бджіл у Д 2 групі була вищою на 3,6 %.



**Рис. 3.12** Динаміка загибелі бджіл (%) у лабораторному термостаті за умов підгодівлі цукровим сиропом з додаванням *L. casei* В-7280.

У середньому за перших 6 діб підгодівлі кількість живих бджіл в Д 1 групі перевищувала контрольну на 0,4 %, а Д 2 – 1,8 % зі зменшенням їхньої загибелі на вказані величини (табл. 3.11).

У наступний 6-добовий дослідний період (7–12 доби) загибель бджіл на 12 добу була нижчою в Д 1 групі на 0,5 % (7,5 %), а Д 2 – на 3,9 % (4,1 %) проти 8,0 % у контролі зі збереженням цих різниць для живих бджіл порівняно до контролю (табл. 3.12).

Таблиця 3.11

Динаміка збереженості бджіл за умов їх підгодівлі цукровим сиропом з додаванням *L. casei* B-7280 (1-6 доба)

Доба, показники: живі (ж) мертві (м)	Групи / підгрупи																				
	Контрольна (к)						Дослідна 1 (Д 1) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>9</sup> КУО/мл)						Дослідна 2 (Д 2) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)								
	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	
	1	2	3				4	5	6					7	8	9					
Підготовчий період																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	67	57	62	186	62,0 ±2,9	100	87	43	56	186	62,0 ±13,0	100	–	58	62	60	180	60,0 ±1,1	100	–
	м	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–	0	–	–
Дослідний період																					
1 доба	ж	67	57	62	186	62,0 ±2,9	100	87	43	56	186	62,0 ±13,0	100	–	58	62	60	180	60,0 ±1,1	100	–
	м	0	0	0	0	0	–	0	0	0	0	0	–	–	0	0	0	0	0	–	–
2 доба	ж	65	57	60	182	60,7 ±2,3	97,8	86	43	55	184	61,3 ±12,8	98,9	+1,1	57	62	59	178	59,3 ±1,4	98,9	+1,1
	м	2	0	2	4	1,3 ±0,3	2,2	1	0	1	2	0,7 ±0,2	1,1	–1,1	1	0	1	2	0,7 ±0,2	1,1	–1,1
3 доба	ж	65	56	60	181	60,3 ±2,6	97,3	86	42	54	182	60,7 ±13,1	77,8	+0,5	57	62	59	178	59,3 ±1,4	98,9	+1,6
	м	2	1	2	5	1,7 ±0,3	2,7	1	1	2	4	1,3 ±0,3	2,2	–0,5	1	0	1	2	0,7 ±0,2	1,1	–1,6
4 доба	ж	64	56	60	180	60,0 ±2,3	96,8	85	41	54	180	60,0 ±13,0	96,8	0	57	62	59	178	59,3 ±1,4	98,9	+2,1
	м	3	1	2	6	2,0 ±0,6	3,2	2	2	2	6	2,0 ±0,0	3,2	0	1	0	1	2	0,7 ±0,2	1,1	–2,1
5 доба	ж	63	56	60	179	59,7 ±2,0	96,2	85	40	54	179	59,7 ±13,3	96,2	0	56	62	59	177	59,0 ±1,7	98,3	+2,1
	м	4	1	2	7	2,3 ±0,9	3,8	2	3	2	7	2,3 ±0,3	3,8	0	2	0	1	3	1,0 ±0,0	1,7	–2,1
6 доба	ж	63	56	57	176	58,7 ±2,2	94,7	84	40	53	177	59,0 ±13,4	95,2	+0,5	56	62	59	177	59,0 ±1,7	98,3	+3,6
	м	4	1	5	10	3,3 ±1,2	5,3	3	3	3	9	3,0 ±0,0	4,8	–0,5	2	0	1	3	1,0 ±0,3	1,7	–3,6
на 6 добу в %	ж	94,0	98,2	92,0	284,2	94,7	–	96,6	93,0	94,6	284,3	94,7	–	0	56	62	59	177	98,3	–	+3,6
	м	6,0	1,8	8,0	15,8	5,3	–	3,4	7,0	5,4	15,8	5,3	–	0	2	0	1	3	1,7	–	–3,6
Середнє 1-6 доби (шт.)	ж	64,5	56,3	59,7	180,6	60,2 ±2,4	97,1	85,5	41,5	54,3	181,3	60,4 ±13,1	97,5	+0,4	56,8	62,0	59,2	178,0	59,3 ±1,5	98,9	+1,8
	м	2,5	0,7	2,2	5,4	1,8 ±0,6	2,9	1,5	1,5	1,7	4,7	1,6 ±6,7	2,5	–0,4	1,2	0,0	0,8	2,0	0,7 ±0,2	1,1	–1,8

Динаміка збереженості бджіл за умов їх підгодівлі цукровим сиропом з додаванням *L. casei* В-7280 (7-12 доба)

Дата, показники: живі (ж) мертві (м)		Групи/підгрупи																			
		Контрольна (к)						Дослідна 1 (Д 1) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>9</sup> КУО/мл)							Дослідна 2 (Д 2) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>9</sup> КУО/мл)						
		Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.
		1	2	3				4	5	6					7	8	9				
Підготовчий період																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	67	57	62	186	62,0 ±2,9	100	87	43	56	186	62,0 ±13,0	100	–	58	62	60	180	60,0 ±1,1	100	–
	м	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–	0	–	–
Дослідний період																					
7 доба	ж	63	56	57	176	58,7 ±2,2	94,6	84	40	53	177	59,0 ±13,0	95,2	+0,6	56	62	59	177	59,0 ±1,7	98,3	+3,7
	м	4	1	5	10	3,3 ±1,2	5,4	3	3	3	9	3,0 ±0,0	4,8	–0,6	2	0	1	3	1,0 ±0,0	1,7	–3,7
8 доба	ж	62	56	57	175	58,3 ±1,8	94,1	84	38	53	175	58,3 ±13,5	94,1	–	56	61	58	175	58,3 ±1,4	97,2	+3,1
	м	5	1	5	11	3,7 ±1,3	5,9	3	5	3	11	3,7 ±0,7	5,9	–	2	1	2	5	1,7 ±0,3	2,8	–3,1
9 доба	ж	60	56	56	172	57,3 ±1,3	92,5	84	37	50	171	57,0 ±14,0	91,9	+0,6	56	61	58	175	58,3 ±1,4	97,2	+4,7
	м	7	1	6	14	4,7 ±1,8	7,5	3	6	6	15	5,0 ±1,0	8,1	–0,6	2	1	2	5	1,7 ±0,3	2,8	–4,7
10 доба	ж	60	54	56	170	56,7 ±1,8	91,4	84	37	50	171	57,0 ±14,0	91,9	+0,5	56	59	58	173	57,7 ±0,9	96,2	+4,8
	м	7	3	6	16	5,3 ±1,2	8,6	3	6	6	15	5,0 ±1,0	8,1	–0,5	2	3	2	7	2,3 ±0,3	3,8	–4,8
11 доба	ж	59	54	55	168	56,0 ±1,5	90,3	84	36	50	170	56,7 ±14,2	91,4	+1,1	53	59	57	169	56,3 ±1,8	93,8	+3,5
	м	8	3	7	18	6,0 ±1,5	9,7	3	7	6	16	5,3 ±1,2	8,6	–1,1	5	3	3	11	3,7 ±0,7	6,2	–3,5
12 доба	ж	59	54	53	166	55,3 ±1,8	89,2	84	36	49	169	56,3 ±14,3	90,9	+1,7	53	59	56	168	56,0 ±1,7	93,3	+4,1
	м	8	3	9	20	6,7 ±1,8	10,8	3	7	7	17	5,7 ±1,3	9,1	–1,7	5	3	4	12	4,0 ±0,6	6,7	–4,1
На 12 добу в %	ж	88,1	94,7	85,5	268,3	89,4	–	96,6	83,7	87,5	267,8	90,9	–	+1,5	91,4	95,2	93,3	279,9	93,3	–	+3,9
	м	11,9	5,3	14,5	31,7	10,6	–	3,4	16,3	12,5	32,2	9,1	–	–1,5	8,6	4,8	6,7	20,1	6,7	–	–3,9
Середнє за 7-12 доби (шт.)	ж	60,5	55,0	55,7	171,2	57,1 ±1,7	92,0	84,0	37,3	50,8	172,1	57,4 ±13,9	92,5	+0,5	55,0	60,2	57,7	172,9	57,6 ±1,5	96,1	+4,1
	м	6,5	2,0	6,3	14,8	4,9 ±1,5	8,0	3,0	5,7	5,2	13,9	4,6 ±0,8	7,5	–0,5	3,0	1,8	2,3	7,1	2,4 ±0,3	3,9	–4,1

Динаміка збереженості бджіл за умов їх підгодівлі цукровим сиропом з додаванням *L. casei* В-7280 (13-18 доба)

Дата, показники: живі (ж) мертві (м)		Групи/підгрупи																			
		Контрольна (к)					Дослідна 1 (Д 1) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>9</sup> КУО/мл)							Дослідна 2 (Д 2) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)							
		Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.
		1	2	3				4	5	6					7	8	9				
Підготовчий період																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	67	57	62	186	62,0 ±2,9	100	87	43	56	186	62,0 ±13,0	100	–	58	62	60	180	60,0 ±1,1	100	–
	м	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–	0	–	–
Дослідний період																					
13 доба	ж	59	54	53	166	55,3 ±1,8	89,2	84	36	49	169	56,3 ±14,3	90,9	+1,7	52	59	56	167	55,7 ±2,0	92,8	+3,6
	м	8	3	9	20	6,7 ±1,8	10,8	3	7	7	17	5,7 ±1,3	9,1	–1,7	6	3	4	13	4,3 ±0,9	7,2	–3,6
14 доба	ж	59	54	50	163	54,3 ±2,6	87,6	84	36	47	167	55,7 ±14,5	89,8	+2,2	52	59	56	167	55,7 ±2,0	92,8	+5,2
	м	8	3	12	23	7,7 ±2,6	12,4	3	7	9	19	6,3 ±1,8	10,2	–2,2	6	3	4	13	4,3 ±0,9	7,2	–5,2
15 доба	ж	59	54	50	163	54,3 ±2,6	87,6	81	36	47	164	54,7 ±13,5	88,2	+0,6	52	55	54	161	53,7 ±0,9	89,4	+1,8
	м	8	3	12	23	7,7 ±2,6	12,4	6	7	9	22	7,3 ±0,9	11,8	–0,6	6	7	6	19	6,3 ±0,3	10,6	–1,8
16 доба	ж	59	54	50	163	54,3 ±2,6	87,6	80	36	47	163	54,3 ±13,2	87,6	–	52	55	54	161	53,7 ±0,9	89,4	+1,8
	м	8	3	12	23	7,7 ±2,6	12,4	7	7	9	23	7,7 ±0,7	12,4	–	6	7	6	19	6,3 ±0,3	10,6	–1,8
17 доба	ж	59	53	50	162	54,0 ±2,6	87,1	80	36	47	163	54,3 ±13,2	87,6	+0,5	52	54	53	159	53,0 ±0,6	88,3	+1,2
	м	8	4	12	24	8,0 ±2,3	12,9	7	7	9	23	7,7 ±0,7	12,4	–0,5	6	8	7	21	7,0 ±0,6	11,7	–1,2
18 доба	ж	58	52	50	160	53,3 ±2,4	86,0	78	36	47	161	53,7 ±12,6	86,6	+0,6	51	54	53	158	52,7 ±0,9	87,8	+1,8
	м	9	5	12	26	8,7 ±2,0	14,0	9	7	9	25	8,3 ±0,7	13,4	–0,6	7	8	7	22	7,3 ±0,3	12,2	–1,8
На 18 добу в %	ж	86,6	97,2	80,6	258,0	86,0	–	89,6	83,7	83,9	257,2	85,7	–	+0,3	87,9	87,1	88,3	263,3	87,8	–	+1,8
	м	13,4	8,8	19,4	41,6	14,0	–	10,4	16,3	16,1	42,8	14,3	–	–0,3	12,1	12,9	11,7	36,7	12,2	–	–1,8
Середнє за 13-18 доби (шт.)	ж	58,8	53,5	50,5	162,8	54,3 ±2,4	87,5	81,2	36,0	47,3	164,5	54,8 ±13,6	88,4	+0,9	51,8	56,0	54,3	162,1	54,0 ±1,2	90,1	+2,6
	м	8,2	3,5	11,5	23,2	7,7 ±2,3	12,5	5,8	7,0	8,7	21,5	7,2 ±0,8	11,6	–0,9	6,2	6,0	5,7	17,9	6,0 ±0,1	9,9	–2,6

Динаміка збереженості бджіл за умов їх підгодівлі цукровим сиропом з додаванням *L. casei* В-7280(19-24 доба)

Дата, показники: живі (ж) мертві (м)		Групи/підгрупи																			
		Контрольна (к)					Дослідна 1 (Д 1) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>9</sup> КУО/мл)							Дослідна 2 (Д 2) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)							
		Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.
		1	2	3				4	5	6					7	8	9				
Підготовчий період																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	67	57	62	186	62,0 ±2,9	100	87	43	56	186	62,0 ±13,0	100	–	58	62	60	180	60,0 ±1,1	100	–
	м	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–	0	–	–
Дослідний період																					
19 доба	ж	58	52	43	145	48,3 ±2,7	78,0	78	36	47	161	53,7 ±12,6	86,6	+8,6	51	54	52	157	52,3 ±0,9	87,2	+9,2
	м	9	5	19	41	13,7 ±4,4	22,0	9	7	9	25	8,3 ±0,7	13,4	–8,6	7	8	8	23	7,7 ±0,3	12,8	–9,2
20 доба	ж	56	52	43	145	48,3 ±2,7	78,0	78	36	47	161	53,7 ±12,6	86,6	+8,6	51	53	52	156	52,0 ±0,6	86,7	+8,7
	м	11	5	19	41	13,7 ±4,4	22,0	9	7	9	25	8,3 ±0,7	13,4	–8,6	7	9	8	24	8,0 ±0,6	13,3	–8,7
21 доба	ж	50	52	43	145	48,3 ±2,7	78,0	78	36	47	161	53,7 ±12,6	86,6	+8,6	50	52	52	154	51,3 ±0,7	85,6	+7,6
	м	17	5	19	41	13,7 ±4,4	22,0	9	7	9	25	8,3 ±0,7	13,4	–8,6	8	10	8	26	8,7 ±0,7	14,4	–7,6
22 доба	ж	50	52	43	145	48,3 ±2,7	78,0	78	36	47	161	53,7 ±12,6	86,6	+8,6	50	52	52	154	51,3 ±0,7	85,6	+7,6
	м	17	5	19	41	13,7 ±4,4	22,0	9	7	9	25	8,3 ±0,7	13,4	–8,6	8	10	8	26	8,7 ±0,7	14,4	–7,6
23 доба	ж	50	52	43	145	48,3 ±2,7	78,0	78	36	47	161	53,7 ±12,6	86,6	+8,6	50	52	51	153	51,0 ±0,6	85,0	+7,0
	м	17	5	19	41	13,7 ±4,4	22,0	9	7	9	25	8,3 ±0,7	13,4	–8,6	8	10	9	27	9,0 ±0,6	15,0	–7,0
24 доба	ж	50	52	43	145	48,3 ±2,7	78,0	78	36	47	161	53,7 ±12,6	86,6	+8,6	49	52	51	152	50,7 ±0,9	84,4	+6,4
	м	17	5	19	41	13,7 ±4,4	22,0	9	7	9	25	8,3 ±0,7	13,4	–8,6	9	10	9	28	9,3 ±0,3	15,6	–6,4
На 24 добу в %	ж	74,6	91,2	69,3	235,1	78,4	–	89,7	83,7	83,9	257,3	85,8	–	+7,4	84,5	83,9	85,0	253,4	84,5	–	+6,1
	м	25,4	8,8	30,7	64,9	21,6	–	10,3	16,3	16,1	42,7	14,2	–	–7,4	15,5	16,1	15,0	46,6	15,5	–	–6,1
Середнє за 19-24 доби (шт.)	ж	52,3	52,0	43,0	147,3	49,1 ±3,0	79,2	78,0	36,0	47,0	161,0	53,7 ±12,6	86,6	+7,4	50,2	52,5	51,7	154,4	51,5 ±0,7	85,8	+6,6
	м	14,7	5,0	19,0	38,7	12,9 ±4,1	20,8	9,0	7,0	9,0	25,0	8,3 ±0,7	13,4	–7,4	7,8	9,5	8,3	25,6	8,5 ±0,5	14,2	–6,6

Динаміка збереженості бджіл за умов їх підгодовлі цукровим сиропом з додаванням *L. casei* В-7280 (25-30 доба)

Дата, показники: живі (ж) мертві (м)		Групи/підгрупи																			
		Контрольна (к)					Дослідна 1 (Д 1) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>9</sup> КУО/мл)							Дослідна 2 (Д 2) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)							
		Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.
		1	2	3				4	5	6					7	8	9				
Підготовчий період																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	67	57	62	186	62,0 ±2,9	100	87	43	56	186	62,0 ±13,0	100	–	58	62	60	180	60,0 ±1,1	100	–
	м	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	0	–	–	–	–	–	–	0	–	–
Дослідний період																					
25 доба	ж	50	52	43	145	48,3 ±2,7	78,0	77	36	47	160	53,3±2,2	86,0	+8,0	48	52	50	150	50,0 ±1,1	83,3	+5,3
	м	17	5	19	41	13,7 ±4,4	22,0	10	7	9	26	8,7 ±0,9	14,0	–8,0	10	10	10	30	10,0 ±0,0	16,7	–5,3
26 доба	ж	50	48	43	141	47,0 ±2,1	75,8	73	36	47	156	52,0 ±11,0	83,9	+8,1	46	52	49	147	49,0 ±1,7	81,7	+5,9
	м	17	9	19	45	15,0 ±3,0	24,2	14	7	9	30	10,0 ±2,1	16,1	–8,1	12	10	11	33	11,0 ±0,6	18,3	–5,9
27 доба	ж	50	48	41	139	46,3 ±2,7	74,7	73	36	47	156	52,0 ±11,0	83,9	+8,1	46	52	49	147	49,0 ±1,7	81,7	+7,0
	м	17	9	21	47	15,7 ±3,5	25,3	14	7	9	30	10,0 ±2,1	16,1	–8,1	12	10	11	33	11,0 ±0,6	18,3	–7,0
28 доба	ж	50	48	41	139	46,3 ±2,7	74,7	73	36	47	156	52,0 ±11,0	83,9	+8,1	46	52	49	147	49,0 ±1,7	81,7	+7,0
	м	17	9	21	47	15,7 ±3,5	25,3	14	7	9	30	10,0 ±2,1	16,1	–8,1	12	10	11	33	11,0 ±0,6	18,3	–7,0
29 доба	ж	50	48	41	139	46,3 ±2,7	74,7	73	36	47	156	52,0 ±11,0	83,9	+8,1	46	52	49	147	49,0 ±1,7	81,7	+7,0
	м	17	9	21	47	15,7 ±3,5	25,3	14	7	9	30	10,0 ±2,1	16,1	–8,1	12	10	11	33	11,0 ±0,6	18,3	–7,0
30 доба	ж	50	41	41	132	44,0 ±3,0	71,0	72	36	47	155	51,7 ±10,6	83,3	+12,3	46	51	48	145	48,3 ±1,4	80,5	+8,6
	м	17	16	21	54	18,0 ±1,5	29,0	15	7	9	31	10,3 ±2,4	16,7	–12,3	12	11	12	35	11,7 ±0,3	19,5	–8,6
На 30 добу в %	ж	74,6	71,9	66,1	212,6	70,9	–	82,8	83,7	83,9	250,4	83,5	–	+12,6	79,3	82,3	80,0	241,6	80,5	–	+9,6
	м	25,4	28,1	33,9	87,4	29,1	–	17,2	16,3	16,1	49,6	16,5	–	–12,6	20,7	17,7	20,0	58,4	19,5	–	–9,6
Середнє за 25-30 доби (шт.)	ж	50,0	47,5	41,7	139,2	46,4 ±2,4	74,8	73,5	36,0	47,0	156,5	52,2 ±11,1	84,1	+9,3	46,3	51,8	49,0	147,1	49,0 ±1,6	81,7	+6,9
	м	17,0	9,5	20,3	46,8	15,6 ±3,2	25,2	13,5	7,0	9,0	29,5	9,8 ±1,9	15,9	–9,3	11,7	10,2	11,0	32,9	11,0 ±0,4	18,3	–6,9
Середнє за весь дослідний період	ж	57,2	52,9	50,1	160,2	53,4 ±2,1	86,1	80,4	37,4	49,3	167,1	55,7 ±12,8	89,8	+3,7	52,0	56,5	54,4	162,9	54,3 ±1,3	90,5	+4,4
	м	9,8	4,1	11,9	25,8	8,6 ±2,3	13,9	6,6	5,6	6,7	18,9	6,3 ±0,3	10,2	–3,7	6,0	5,5	5,6	17,1	5,7 ±0,1	9,5	–4,4

На 18 добу дослідного періоду кількість живих і мертвих бджіл у Д 1 (85,7 і 14,3 %) та контрольній (86 і 14 %) групах суттєво не відрізнялась, проте в Д 2 групі становила 87,8 і 12,2 % і була відмінною від контрольної групи на 1,8 % (табл.3.13).

Аналіз даних життєздатності бджіл на 24 добу згодовування пробіотика В-7280 вказує на посилення його стимулюючого впливу на збереженість бджіл (табл. 3.14). Кількість живих бджіл у Д 1 групі в цей період становила 86,6 %, а мертвих 13,4 % (-8,6 % до контролю), у Д 2 групі відповідно 84,5 і 15,5 % (+6,1 % до контролю).

На 30-ту добу дослідного періоду життєздатність бджіл контрольної групи зберігалася на рівні 71 % живих бджіл і 29 % мертвих. У Д 1 групі ці показники переважали контрольну на 12,6 % і становили відповідно 83,5 % живих і 16,5 % мертвих бджіл (табл.3.15). У Д 2 групі відзначено дещо відмінні величини – 80,5 % живих і 19,5 % – мертвих, що становить 9,6 % від контрольної групи.

У середньому за перших 6 діб підгодівлі кількість живих бджіл в Д 1 групі перевищувала контрольну на 0,4 %, а Д 2 – 1,8 % зі зменшенням їхньої загибелі на вказані величини. Середні величини кількості живих бджіл у Д 1 і Д 2 (92,5 % і 96,1 % відповідно) групах за період з 7 по 12 добу перевищували контрольну групу (92,0 %) на 0,5 % і 4,1 %, а загибель була меншою.

За період з 13 по 18 добу дослідження середні показники життєздатності бджіл у контрольній групі становили 87,5 % живих і 12,5 % мертвих, у Д 1 – 88,4 і 11,6 % (0,9 % до контролю), а Д 2 – 90,1 і 9,9 % (2,6 % до контролю). Середні величини кількості живих і мертвих бджіл за період з 19 по 24 добу, у контрольній групі становили відповідно 79,2 і 20,8 %, у Д 1 – 86,6 і 13,4 % (7,4 % до контролю), у Д 2 – 85,8 і 14,2 % (6,6 % до контролю).

Таблиця 3.16

**Динаміка середньої збереженості та загибелі бджіл за умов їх підгодівлі  
L. casei В-7280 впродовж 30 діб**

Доба, показники: живі (ж) мертві (м)		Групи							
		Контрольна (к)		Дослідна 1 (Д 1) (L. casei, 10 <sup>9</sup> КУО/мл)			Дослідна 2 (Д 2) (L. casei, 10 <sup>6</sup> КУО/мл)		
		M±m	%	M±m	%	± до контр., %	M±m	%	± до контр., %
<b>Підготовчий період, n=6</b>									
к-ть бджіл (шт.)	ж	62,0±2,9	100	62,0±13,0	100	–	60,0±1,1	100	–
	м	0	–	0	–	–	0	–	–
<b>Дослідний період, n=6</b>									
Середнє за 1-6 доби (шт.)	ж	60,2±2,4	97,1	60,4±13,1	97,5	+0,4	59,3±1,5	98,9	+1,8
	м	1,8±0,6	2,9	1,6±6,7	2,5	-0,4	0,7±0,2	1,1	-1,8
Середнє за 7-12 доби (шт.)	ж	57,1±1,7	92,0	57,4±13,9	92,5	+0,5	57,6±1,5	96,1	+4,1
	м	4,9±1,5	8,0	4,6±0,8	7,5	-0,5	2,4±0,3	3,9	-4,1
Середнє за 13-18 доби (шт.)	ж	54,3±2,4	87,5	54,8±13,6	88,4	+0,9	54,0±1,2	90,1	+2,6
	м	7,7±2,3	12,5	7,2±0,8	11,6	-0,9	6,0±0,1	9,9	-2,6
Середнє за 19-24 доби (шт.)	ж	49,1±3,0	79,2	53,7±12,6	86,6	+7,4	51,5±0,7	85,8	+6,6
	м	12,9±4,1	20,8	8,3±0,7	13,4	-7,4	8,5±0,5	14,2	-6,6
Середнє за 25-30 доби (шт.)	ж	46,4±2,4	74,8	52,2±11,1	84,1	+9,3	49,0±1,6	81,7	+6,9
	м	15,6±3,2	25,2	9,8±1,9	15,9	-9,3	11,0±0,4	18,3	-6,9
Середнє за дослідний період (шт., n=30)	ж	53,4±2,1	86,1	55,7±12,8	89,8	+3,7	54,3±1,3	90,5	+4,4
	м	8,6±2,3	13,9	6,3±0,3	10,2	-3,7	5,7±0,1	9,5	-4,4

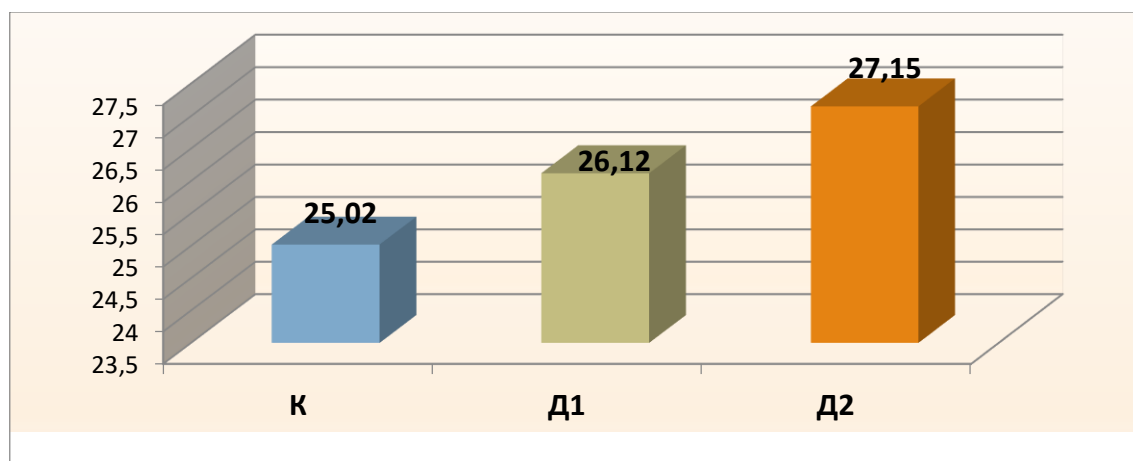
Середні показники кількості живих (К – 86,1 %, Д 1 – 89,8 %, Д 2 – 90,5 %) і мертвих (К – 13,9 %, Д 1 – 10,2 %, Д 2 – 9,5 %) бджіл за весь 30-добовий



дослідний період повторюють тенденцію різниць між контрольною і дослідними групами, встановлену на 30-ту добу, але на нижчому рівні.

Аналіз коефіцієнтів середньої тривалості життя бджіл, впродовж періоду дослідження характеризувався позитивним впливом за умов їх підгодівлі *L. casei* В-7280 впродовж 30 діб на тривалість життя Д1 і Д2 груп (рис.3.13).

Коефіцієнт середньої тривалості життя бджіл для Д2 групи, яким згодовували цукровий сироп з додаванням *L. casei* В-7280 у концентрації  $10^6$  КУО/мл становив 27,15 у.о. відповідно. Нижчий результат тривалості життя (26,12) відзначений для бджіл Д1 групи, яка отримувала пробіотик *L. casei* В-7280 у концентрації  $10^9$  КУО/мл порівняно з 25,02 у.о. у контролі.



**Рис. 3.13** Коефіцієнт середньої тривалості життя бджіл за умов їх підгодівлі *L. casei* В-7280 впродовж 30 діб, у.о

Отже, результати досліджень життєздатності бджіл за умов їхньої підгодівлі цукровим сиропом з додаванням пробіотика В-7280 у концентрації  $1 \times 10^9$  та  $1 \times 10^6$  КУО/мл вказують на їх стимулюючий вплив на тривалість життя в садках лабораторного термостату. Вища збереженість бджіл і зменшення їх загибелі за 30 діб досліджень відзначена в 2 дослідній групі за дії нижчої ( $10^6$  КУО *L. casei*) дози пробіотика.

## **Висновки.**

1. Пробіотик *L. casei* В-7280 проявляє стимулюючий вплив на життєздатність медоносних бджіл карпатської породи впродовж 30 діб його

застосування з цукровим сиропом в умовах лабораторного термостату. Згодовування медоносним бджолам пробіотика *L. casei* В-7280 в дозах  $1 \times 10^9$  КУО/мл (Д 1 група) і  $1 \times 10^6$  КУО/мл (Д 2 група) за умов лабораторного термостату стимулює їх життєздатність за 6-добовими періодами досліду, що підтверджує більша кількість живих бджіл на 3,7 і 4,4 %, порівняно з контрольною групою.

2. Застосовані дози пробіотика В-7280 підвищували життєздатність бджіл за кількістю, що більше виражено за 12, 24, 30 доби досліду. Середня відносна кількість живих бджіл в Д 1 та Д 2 групах за 30 діб досліджень перевищувала контрольну групу відповідно на 3,7 і 4,4 %, проте за 19-24 і 25-30 доби вказані величини були більшими на 8,6 і 12,3 % в Д 1 і 6,4 і 8,6 % – в Д 2 групах. Ці дані вказують на доцільність застосування пробіотика В-7280 у цих концентраціях впродовж 30 діб підгодівлі для підвищення життєздатності медоносних бджіл.

Результати цього розділу опубліковані:

1. Ковальчук П, **Андрoшулік РЛ**, Ковальчук НЯ Вплив пробіотиків на медоносних бджіл. Ефективне бджолозапилення: від підвищення урожайності до збереження біорізноманіття. Збірник матеріалів науково-практичної конференції з міжнародною участю. Київ: USAID (АГРО), 2020: 92-93. [24]

2. Ковальчук П, Цап ММ, **Андрoшулік РЛ**, Пилипець АЗ Вплив різних доз *LACTOBACILLUS CASEI* на життєздатність бджіл в умовах термостату Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи» (6-7 червня 2022 р.), Дніпро, 2022: 91-93[35]

3. **Андрoшулік РЛ** Життєздатність медоносних бджіл за дії різних доз пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в умовах термостату. Тези доповідей XX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 90-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента НААН, заслуженого діяча науки і техніки України Макара Івана Арсентійовича 19 травня 2022 року, м. Львів, Біологія тварин. 2022; 24 (2): 22 [2]

4. Ковальчук П, **Андрoшулік РЛ** Вплив пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в різних дозах на життєздатність бджіл Збірник тез всеукраїнської науково-

практичної конференції: «Інновації щодо зимівлі та весняного розвитку бджолиних сімей». 2023: 34-36 [23]

5. Ковальчук П, Федорук РС, Співак МЯ, Цап ММ, Пилипець АЗ, **Андрoшулік РЛ** Вплив впоювання з цукровим сиропом пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 у різних дозах на життєздатність бджіл. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2023; 1 (60): 39-45. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.1> [34]

6. Kovalchuk П, **Androshulik RL** The use of probiotics to increase the viability of bees Collective monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023: 41-59 <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-3> [138]

### **3.6 Особливості мінерального та білкового обміну, активність каталази та спектр кишкової мікробіоти бджіл за дії різних доз пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280**

Захист організму бджіл від руйнівної дії активних форм кисню забезпечується активністю ферментів антиоксидантної системи, зокрема каталазою [199]. Активність каталази реагує на зовнішні подразники, що дозволяє розглядати цей фермент як індикатор загального стану антиоксидантної системи.

Отримані результати корелюють з підвищенням каталазної активності тканин організму бджіл. Аналіз одержаних результатів вказує на виражений вплив застосованих доз пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 на активність каталази тканин бджіл. Зокрема, додавання до цукрового сиропу пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 підвищувало ( $P < 0,05$ ) каталазну активність тканин бджіл як за дії вищої (Д 1), так і за нижчої (Д 2) доз пробіотика (табл. 3.17).

**Активність каталази та вміст глікогену в тканинах цілого організму бджіл за підгодівлі пробіотиком *L. casei* B-7280, мкмоль/хв/мг білка, (M±m, n=3)**

Групи	Періоди		
	Підготовчий	Дослідний	
		18 доба	30 доба
Активність каталази, мкмоль/хв/мг білка			
К	28,5±0,90	30,9±2,12	29,0±2,68
Д 1	27,3±1,53	38,7±1,88*	41,5±1,58*
Д 2	25,8±1,42	43,0±3,72*	39,3±1,51*
Глікоген, мг%			
К	171,93±3,19	188,85±4,50	171,13±6,92
Д 1	176,43±3,33	226,35±5,97**	200,70±7,05*
Д 2	173,53±2,71	217,64±8,38*	213,50±3,77**

Однак стимулюючий вплив вищої дози пробіотика *L. casei* B-7280 на активність каталази у тканинах бджіл підвищувався від 18 до 30 доби застосування, а нижчої – знижувався.

У комах жирове тіло є основним органом, відповідальним за енергетичний обмін, виконуючи функцію, схожу на функцію печінки у хребетних. Глікоген є головною речовиною, що накопичується переважно в жировому тілі комах, а також у м'язах та в епітелії середньої кишки. Він синтезується здебільшого із трегалози, але у деяких видів — із амінокислот. За результатами дослідження вмісту глікогену в тканинах цілого організму медоносних бджіл, на 18 добу, спостерігали міжгрупові відмінності з вірогідно вищим рівнем у зразках Д1 та Д2 груп, відповідно в 1,2 та 1,3 раза, порівняно з контрольною групою. На 30 добу дослідження спостерігали підвищення вмісту глікогену в гомогенаті тканин цілого організму медоносних бджіл, Д1 (P<0,05) та Д2 (P<0,01) дослідних груп, порівняно з контролем. Ці дані вказують на вищий рівень вуглеводно-енергетичного ресурсу організму медоносних бджіл за умов підгодівлі пробіотиком *L. casei* B-7280.

Білки відіграють провідну роль у обміні речовин в організмі. Відомо, що вони приймають активну участь у більшості життєво важливих процесів. Тому вивчення їх динаміки в тканинах організму є одним із важливих показників фізіологічного стану [85]. Результати досліджень показали, що додавання до цукрового сиропу різних доз пробіотиком *L. casei* В-7280 збільшувало вміст загального білка як у гомогенатах тканин цілого організму, так і гемолімфі (табл. 3.17). У гомогенаті тканин цілого організму у Д1 групі, яка отримувала з цукровим сиропом пробіотик *L. casei* В-7280 у вищій концентрації, вміст загального білка був вищим у 1,2 раза ( $P < 0,05$ ) на 18 добу та у 1,3 раза ( $P < 0,01$ ) на 30 добу порівняно з контрольною групою. Аналогічні міжгрупові вищі різниці спостерігали для Д2 групи, відповідно на 1,2 раза ( $P < 0,01$ ) на 30 добу дослідження. Щодо вмісту загального білка у гемолімфі бджіл, то у дослідних групах він характеризувався вищим рівнем ніж у контролі. Ці різниці були невіргодні, що може вказувати на відсутність суттєвого впливу на концентрацію протеїнів у гемолімфі бджіл. Одержані дані можуть свідчити про більше виражену позитивну дію пробіотика *L. casei* В-7280 у підгодівлі бджіл в дозі  $1 \times 10^9$  КУО/мл.

Таблиця 3.18

**Вміст загального білка у гомогенаті тканин організму та гемолімфі бджіл за підгодівлі пробіотиком *L. casei* В-7280, г%**

Група	Періоди дослідження		
	Підготовчий	Дослідний	
		18 доба	30 доба
Гомогенат тканин організму			
К	19,3±1,53	19,3±1,02	21,1±1,07
Д 1	17,0±0,46	23,8±0,40*	28,0±0,58**
Д 2	19,2±2,14	22,3±1,08	25,1±0,24*
Гемолімфа			
К	9,30±1,19	9,63±0,61	9,87±1,07
Д 1	9,56±0,66	10,08±0,83	11,23±0,41
Д 2	9,37±0,66	10,50±0,57	11,43±0,63

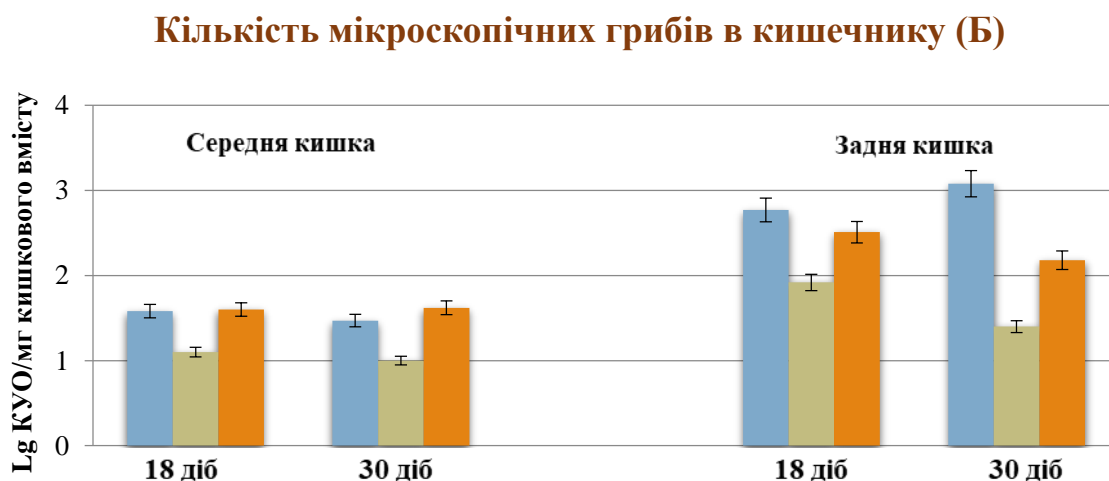
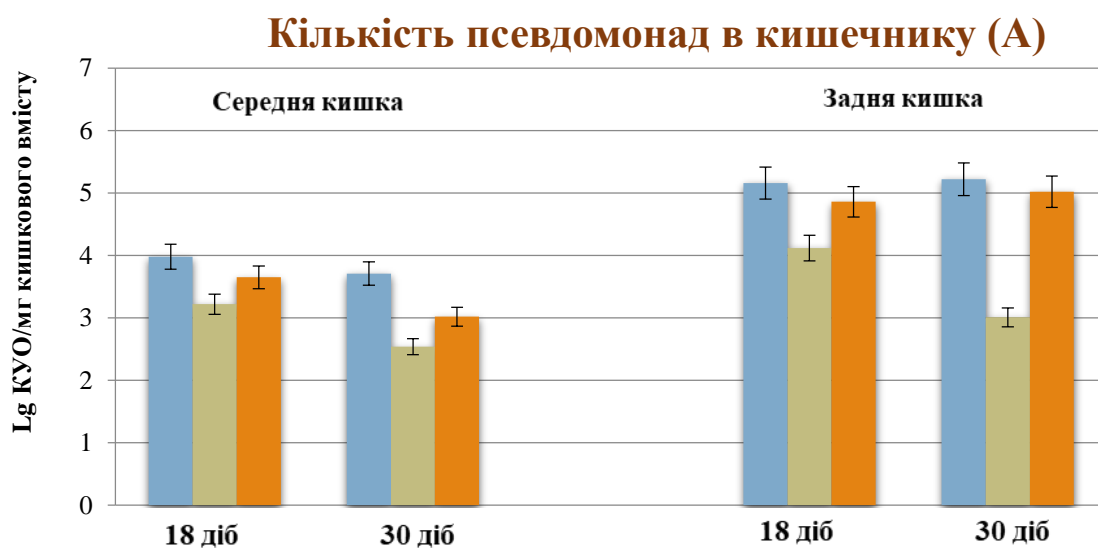
Відомо, що важливе значення мінеральних компонентів корму встановлено для нормальної життєдіяльності організму комах. Важливу роль мінеральні компоненти рослин відіграють у функціонуванні карбонатно-бікарбонатної буферної системи регуляції кислотно-лужної рівноваги в органах травлення і калій-гістидин-глутамінової системи в гемолімфі бджіл. Результати проведених досліджень мінерального складу тканин організму бджіл показали, що підгодівля цукровим сиропом і пробіотиком *L. casei* В-7280 у різних концентраціях суттєво не вплинуло на вміст Купруму і Мангану у тканинах цілого організму медоносних бджіл дослідних Д 1 та Д 2 груп (табл. 3.19). У тканинах цілого організму медоносних бджіл за умов додавання до підгодівлі цукровим сиропом пробіотика *L. casei* В-7280 на 18 і 30 добу підгодівлі спостерігалось зростання вмісту Zn ( $P < 0,001$  і  $P < 0,05$ ) у Д 2 групі порівняно з контрольною. Також підвищилася концентрація Fe ( $P < 0,05$ ) у Д 1 групі на 14 добу.

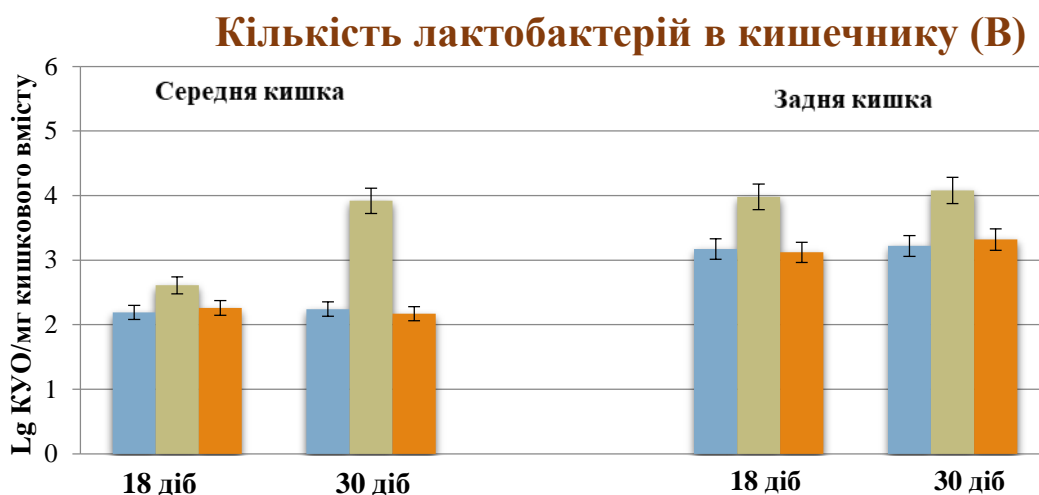
Таблиця 3.19.

**Вміст мікроелементів у тканинах цілого організму медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком *L. casei* В-7280, мг/кг**

Мікро-елементи	Група	Періоди дослідження		
		Підготовчий	Дослідний	
			18 доба	30 доба
Cu	К	5,41±0,87	5,59±0,18	8,67±1,27
	Д 1	5,52±1,14	5,29±0,07	9,51±1,36
	Д 2	4,52±1,10	6,95±1,25	8,79±0,59
Zn	К	24,27±2,21	24,27±0,23	24,10±0,61
	Д 1	26,30±2,94	26,98±2,39	28,25±2,71
	Д 2	26,65±0,86	36,4±1,53***	36,15±3,39*
Fe	К	59,06±3,39	63,06±5,45	58,80±3,77
	Д 1	57,94±5,55	84,81±4,81*	65,84±3,53
	Д 2	59,60±6,62	55,71±3,98	66,19±6,89
Mn	К	13,88±1,64	12,26±1,22	13,09±4,38
	Д 1	15,35±1,92	13,92±1,87	17,67±1,69
	Д 2	11,37±1,07	14,71±1,33	14,71±0,34

За результатами мікробіологічних досліджень встановлено стимулюючу дозу пробіотика *L. casei* В-7280 на резистентність і життєздатність бджіл (рис. 3.14). Відзначено, що мікробіота заднього відділу кишечника бджіл за дії пробіотика представлена широким спектром мікроорганізмів і за кількісними параметрами переважає середній відділ. У середньому відділі кишечника збільшується кількість лактобактерій (Д2) і знижується кількість псевдомонад та мікроскопічних грибів (Д1).





**Рис. 3.14** Спектр мікробіоти середньої кишки бджіл за підгодівлі *L. casei* B-7280 (А, Б, В)

Отже, результати досліджень вказують на виражений вплив застосованих доз пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 на активність каталази тканин бджіл, протеїновий та мінеральний обмін організму бджіл.

### **Висновки.**

1. Додавання до цукрового сиропу *Lactobacillus casei* B-7280 підвищувало ( $P < 0,05$ ) каталазну активність тканин бджіл як за дії вищої (Д 1), так і за нижчої (Д 2) доз пробіотика.

2. Вміст глікогену в тканинах організму бджіл за підгодівлі пробіотиком *Lactobacillus casei* B-7280 характеризувався вищим рівнем ( $P < 0,05 - 0,01$ ) у Д1 і Д2 групах порівняно з контрольною групою, що вказує на зростання рівня вуглеводно-енергетичного ресурсу їх організму.

3. Додавання до цукрового сиропу різних доз пробіотиком *L. casei* B-7280 збільшувало вміст загального білка як у гомогенатах тканин цілого організму, так і гемолімфі/

4. Уведення пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 у концентраціях  $10^9$  КУО/мл (Д1) та  $10^6$  КУО/мл (Д2) як компонентів підгодівлі разом з цукровим сиропом бджіл, зумовлює збільшення вмісту у тканинах їх організму медоносних бджіл Cu, Zn, Fe, Mn ( $p < 0,05-0,001$ ).



## Результати цього розділу опубліковані:

1. **Андрошулік РЛ, Ковальчук П.** Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком *L. casei* В-7280 Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин» присвяченої 100-річному ювілею ректора Степана Васильовича Стояновського (м.Львів, 25-26 травня 2023) – Львів: ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2023: 8. [7]

2. Ковальчук П, Федорук РС, Співак МЯ, Цап ММ, Пилипець АЗ, **Андрошулік РЛ** Вплив впоювання з цукровим сиропом пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 у різних дозах на життєздатність бджіл. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2023; 1 (60): 39-45. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.1> [34]

### **3.7 Життєздатність медоносних бджіл за дії різних доз пробіотиків *Lactobacillus casei* В-7280 та *Lactobacillus plantarum* В-7679**

Порівняльний аналіз одержаних результатів застосування різних доз пробіотиків *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679 вказує на їх позитивний вплив на життєздатність бджіл, визначену за щодобовою та 7-добовою кількістю живих і мертвих бджіл в усіх підгрупах (табл. 3.20).

Отримані дані вказують, що застосування *L. casei* в Д 1 групі зберігало 100 % життєздатність за показником живих бджіл впродовж перших 5-ти діб, що відзначено і для контрольної групи та її 3-ох підгруп. Вказана тенденція, але на нижчому рівні (98,6-97,6 %) проти 97,8 і 97,3 % в контролі, зберігалася на 6 і 7 доби. У бджіл Д 2 групи 100 % збереженість встановлена тільки у перші 2 доби дослідного періоду. У наступний період показник збереженості бджіл (95,1 % до підготовчого періоду) у цій групі знижувався, що більше виражено у 8 підгрупі (92,1 %) (табл. 19) та становив 94,9 % на 7-му добу проти 97,4 % у контрольній групі. У зв'язку з цим загибель бджіл в Д 2 групі у цей період підвищувалася і становила 5,1 % або +2,5 % від контрольної групи. Смертність бджіл у Д 1 групі на 7-му добу становила 2,3 %, що менше на 0,3 % від контролю.

Динаміка добової збереженості бджіл за умов підгодівлі цукровим сиропом з додаванням пробіотиків *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679

Дата/ Показники: живі (ж) мертві (м)		Контрольна (К)					Дослідна 1 (Д 1), ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)						Дослідна 2 (Д 2), ( <i>L. plantarum</i> , 10 <sup>4</sup> КУО/мл)								
		Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	Підгрупа			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупа			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.
		1	2	3				4	5	6					7	8	9				
Підготовчий період																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	63	81	223	74,3 ±5,7	100	–
	м	0	0	0	0	–	–	0	0	0	0	–	–	–	0	0	0	0	–	–	–
Дослідний період																					
1 доба	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	63	81	223	74,3 ±5,7	100	–
	м	0	0	0	0	–	–	0	0	0	0	–	–	–	0	0	0	0	–	–	–
2 доба	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	63	81	223	74,3 ±5,7	100	–
	м	0	0	0	0	–	–	0	0	0	0	–	–	–	0	0	0	0	–	–	–
3 доба	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	62	80	221	73,7 ±5,8	99,1	–0,9
	м	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	2	0,6 ±0,0	0,9	+0,9
4 доба	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	59	80	218	72,7 ±6,8	97,8	–2,2
	м	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	1	5	1,6 ±1,2	2,2	+2,2
5 доба	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	59	79	217	72,3 ±6,7	97,3	–2,7
	м	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	2	6	2,0 ±0,3	2,7	+2,7
6 доба	ж	60	86	72	218	72,7 ±7,5	97,8	65	75	70	210	70,0 ±2,9	98,6	+0,8	78	58	78	214	71,3 ±6,7	96,0	–1,8
	м	–	3	2	5	1,6 ±0,7	2,2	–	2	1	3	1,0 ±0,5	1,4	–0,8	1	5	3	9	3,0 ±1,15	4,0	+1,8
7 доба	ж	59	86	72	217	72,3 ±7,8	97,3	64	75	69	208	69,3 ±3,2	97,6	+0,3	77	58	77	212	70,7 ±6,3	95,1	–2,2
	м	1	3	2	6	2,0 ±0,6	2,7	1	2	2	5	1,7 ±0,3	2,4	–0,3	2	5	4	11	3,6 ±0,9	4,9	+2,2
На 7 добу в %	ж	98,3	96,6	97,3	292,2	97,4	–	98,5	97,4	97,2	293,1	97,7	–	+0,3	97,5	92,1	95,1	284,7	94,9	–	–2,5
	м	1,7	3,4	2,7	7,8	2,6	–	1,5	2,6	2,8	6,9	2,3	–	–0,3	2,5	7,9	4,9	15,3	5,1	–	+2,5
Середнє за 1-7 добу (шт.)	ж	59,9	88,1	73,4	221,4	73,8 ±8,1	99,3	64,9	76,4	70,6	211,9	70,6 ±3,3	99,5	+0,2	78,6	60,3	79,4	218,3	72,8 ±6,2	97,9	+1,4
	м	0,1	0,9	0,6	1,6	0,5 ±0,2	0,7	0,1	0,6	0,4	1,1	0,4 ±0,1	0,5	–0,2	0,4	2,7	1,6	4,7	1,6 ±0,6	2,1	–1,4

**Динаміка добової збереженості бджіл за умов підгодовлі цукровим сиропом з додаванням  
пробіотиків *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679**

Дата/ Показники: живі (ж) мертві (м)		Контрольна (К)					Дослідна 1 (Д 1), ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)						Дослідна 2 (Д 2), ( <i>L. plantarum</i> , 10 <sup>4</sup> КУО/мл)								
		Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. період	% до конт.
		1	2	3				4	5	6					7	8	9				
Підготовчий період																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	63	81	223	74,3 ±5,7	100	–
	м	0	0	0	0	–	–	0	0	0	0	–	–	–	0	0	0	0	–	–	–
Дослідний період (14.09.–11.10.2021, 8-14 доба)																					
8 доба	ж	58	85	64	207	69,0 ±8,2	92,9	63	75	69	207	69,0 ±3,5	97,2	+4,3	77	58	74	209	69,7 ±5,9	93,8	+0,9
	м	2	4	10	16	5,3 ±2,4	7,1	2	2	2	6	2,0 ±0,0	2,8	-4,3	2	5	7	14	4,6 ±1,4	6,2	-0,9
9 доба	ж	58	83	58	199	66,3 ±8,3	89,2	63	74	69	206	68,7 ±3,2	96,8	+7,6	76	58	74	208	69,3 ±5,7	93,3	+4,1
	м	2	6	16	24	8,0 ±4,2	10,8	2	3	2	7	2,3 ±0,3	3,2	-7,6	3	5	7	15	5,0 ±1,1	6,7	-4,1
10 доба	ж	58	81	56	195	65,0 ±8,0	87,5	63	72	68	203	67,7 ±2,6	95,3	+7,8	74	58	74	206	68,7 ±5,3	92,5	+5,0
	м	2	8	18	28	9,3 ±4,7	12,5	2	5	3	10	3,3 ±0,9	4,7	-7,8	5	5	7	17	5,6 ±0,7	7,5	-5,0
11 доба	ж	58	80	55	193	64,3 ±7,9	86,5	61	71	66	198	66,0 ±2,9	92,9	+6,4	73	58	73	204	68,0 ±5,0	91,5	+5,0
	м	2	9	19	30	10,0 ±4,9	13,5	4	6	5	15	5,0 ±0,6	7,1	-6,4	6	5	8	19	6,3 ±0,9	8,5	-5,0
12 доба	ж	58	76	52	186	62,0 ±7,2	83,4	61	71	66	198	66,0 ±2,9	92,9	+9,5	72	58	70	200	66,7 ±4,4	89,8	+6,4
	м	2	13	22	37	12,3 ±5,8	16,6	4	6	5	15	5,0 ±0,6	7,1	-9,5	7	5	11	23	7,6 ±1,8	10,2	-6,4
13 доба	ж	58	73	51	182	60,7 ±6,5	81,7	61	71	66	198	66,0 ±2,9	92,9	+11,2	72	58	67	197	65,7 ±4,1	88,4	+6,7
	м	2	16	23	41	13,6 ±6,1	18,3	4	6	5	15	5,0 ±0,6	7,1	-11,2	7	5	14	26	8,6 ±2,7	11,6	-6,7
14 доба	ж	58	64	50	172	57,3 ±4,0	77,1	59	71	65	195	65,0 ±3,5	91,5	+14,4	72	58	66	196	65,3 ±4,0	87,9	+10,8
	м	2	25	24	51	17,0 ±7,5	22,9	6	6	6	18	6,0 ±0,0	8,5	-14,4	7	5	15	27	9,0 ±3,0	12,1	-10,8
На 14 добу в %	ж	96,7	71,9	67,6	236,2	78,7	–	90,8	92,2	91,5	274,5	91,5	–	+12,8	91,1	92,1	81,5	264,7	88,2	–	+9,5
	м	3,3	28,1	32,4	63,8	21,3	–	9,2	7,8	8,5	25,5	8,5	–	-12,8	8,9	7,9	18,5	35,3	11,8	–	-9,5
Середнє за 8-14 добу (шт.)	ж	58,0	77,4	55,1	190,5	63,5 ±7,0	85,4	61,6	72,1	67,0	200,7	66,9 ±3,0	94,2	+8,8	73,7	58,0	71,1	202,8	67,6 ±4,8	91,0	+5,6
	м	2,0	11,6	18,9	32,5	10,8 ±4,9	14,6	3,4	4,9	4,0	12,3	4,1 ±0,4	5,8	-8,8	5,3	5,0	9,9	20,2	6,7 ±1,6	9,0	-5,6

**Динаміка добової збереженості бджіл за умов підгодовлі цукровим сиропом з додаванням  
пробіотиків *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679**

Дата/ Показники: живі (ж) мертві (м)		Контрольна (К)					Дослідна 1 (Д 1), ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)						Дослідна 2 (Д 2), ( <i>L. plantarum</i> , 10 <sup>4</sup> КУО/мл)								
		Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.
		1	2	3				4	5	6					7	8	9				
Підготовчий період (13.09.2021)																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	63	81	223	74,3 ±5,7	100	–
	м	0	0	0	0	–	–	0	0	0	0	–	–	–	0	0	0	0	–	–	–
Дослідний період (14.09.–11.10.2021, 15-21 доба)																					
15 доба	ж	56	44	27	127	42,3 ±8,4	57,0	59	71	59	189	63,0 ±4,0	88,7	+31,7	72	57	62	191	63,7 ±4,4	85,7	+28,7
	м	4	45	47	96	32,0 ±14,0	43,0	6	6	12	24	8,0 ±2,0	11,3	–31,7	7	6	19	32	10,6 ±4,2	14,3	–28,7
16 доба	ж	53	20	19	92	30,7 ±11,2	41,3	58	69	56	183	61,0 ±4,0	85,9	+44,6	72	57	61	190	63,3 ±4,5	85,2	+43,9
	м	7	69	55	131	43,6 ±18,8	58,7	7	8	15	30	10,0 ±2,5	14,1	–44,6	7	6	20	33	11,0 ±4,5	14,8	–43,9
17 доба	ж	51	19	17	87	29,0 ±11,0	39,0	58	66	53	177	59,0 ±6,6	83,1	+44,1	72	57	59	188	62,7 ±8,1	84,4	+45,4
	м	9	70	57	136	45,3 ±18,5	61,0	7	11	18	36	12,0 ±3,2	16,9	–44,1	7	6	22	35	11,6 ±5,2	15,6	–45,4
18 доба	ж	51	17	15	83	27,7 ±11,7	37,3	58	65	52	175	58,3 ±6,5	82,1	+44,8	72	57	58	187	62,3 ±8,4	83,8	+46,5
	м	9	72	59	140	46,6 ±19,2	62,7	7	12	19	38	12,7 ±3,5	17,9	–44,8	7	6	23	36	12,0 ±5,5	16,2	–46,5
19 доба	ж	51	17	12	80	26,7 ±12,2	35,9	58	64	51	173	57,7 ±6,5	81,3	+45,4	72	56	58	186	62,0 ±8,7	83,4	+47,5
	м	9	72	62	143	47,6 ±19,5	64,1	7	13	20	40	13,3 ±3,7	18,7	–45,4	7	7	23	37	12,3 ±5,3	16,6	–47,5
20 доба	ж	51	17	9	77	25,7 ±12,9	34,6	56	62	47	165	55,0 ±7,5	77,5	+44,8	71	55	56	182	60,7 ±8,9	81,7	+47,1
	м	9	72	65	146	48,6 ±19,9	65,4	9	15	24	48	16,0 ±4,3	22,5	–44,8	8	8	25	41	13,6 ±5,7	18,3	–47,1
21 доба	ж	51	17	5	73	24,3 ±13,8	32,7	56	62	47	165	55,0 ±7,5	77,5	+44,8	70	55	52	177	59,0 ±9,6	79,4	+46,7
	м	9	72	69	150	50,0 ±20,5	67,3	9	15	24	48	16,0 ±4,3	22,5	–44,8	9	8	29	46	15,3 ±6,8	20,6	–46,7
На 21 добу в %	ж	85	19,1	6,8	110,9	37,0	–	86,1	80,5	66,2	232,8	77,6	–	+40,6	88,6	87,3	64,2	240,1	80,0	–	+43,0
	м	15	80,9	93,2	189,1	63,0	–	13,9	19,5	33,8	67,2	22,4	–	–40,6	11,4	12,7	35,8	59,9	20,0	–	–43,0
Середнє за 15-21 добу(шт.)	ж	52,0	21,6	14,9	88,5	29,5 ±11,4	39,7	57,6	65,6	52,1	175,3	58,4 ±3,9	82,3	+42,6	71,6	56,3	58,0	185,9	62,0 ±4,8	83,4	+43,7
	м	8,0	67,4	59,1	134,5	44,8 ±18,6	60,3	7,4	11,4	18,9	37,7	12,6 ±3,4	17,7	–42,6	7,4	6,7	23,0	37,1	12,4 ±5,3	16,6	–43,7

Динаміка добової збереженості бджіл за умов підгодовлі цукровим сиропом з додаванням пробіотиків *L. casei* B-7280 та *L. plantarum* B-7679

Дата/ Показники: живі (ж) мертві (м)		Контрольна (К)						Дослідна 1 (Д 1), ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)						Дослідна 2 (Д 2), ( <i>L. plantarum</i> , 10 <sup>4</sup> КУО/мл)							
		Підгрупи			Сума	M±m	% до під. періоду	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. періоду	% до конт.	Підгрупи			Сума	M±m	% до підгот. період	% до конт.
		1	2	3				4	5	6					7	8	9				
Підготовчий період																					
К-ть бджіл (шт.)	ж	60	89	74	223	74,3 ±8,4	100	65	77	71	213	71,0 ±3,5	100	–	79	63	81	223	74,3 ±5,7	100	–
	м	0	0	0	0	–	–	0	0	0	0	–	–	–	0	0	0	0	–	–	–
Дослідний період																					
22 доба	ж	51	16	5	72	24,0 ±13,9	32,3	54	62	34	150	50,0 ±14,4	70,4	+38,1	70	55	50	175	58,3 ±6,0	78,5	+46,2
	м	9	73	69	151	50,3 ±20,7	67,7	11	15	37	63	21,0 ±8,1	29,6	–38,1	9	8	31	48	16,0 ±7,5	20,5	–46,2
23 доба	ж	50	16	4	70	23,3 ±13,8	31,4	52	60	33	145	48,3 ±8,0	68,1	+36,7	69	55	48	172	57,3 ±6,2	77,1	+45,7
	м	10	73	70	153	51,0 ±25,5	68,6	13	17	38	68	22,7 ±7,7	31,9	–36,7	10	8	33	51	17,0 ±8,0	22,9	–45,7
24 доба	ж	50	16	4	70	23,3 ±13,8	31,4–	52	60	33	145	48,3 ±8,0	68,1	+36,7	68	54	48	170	56,7 ±5,9	76,2	+44,8
	м	10	73	70	153	51,0 ±20,5	68,6	13	17	38	68	22,7 ±7,7	31,9	–36,7	11	9	33	53	17,6 ±7,7	23,8	–44,8
25 доба	ж	50	16	4	70	23,3 ±13,8	31,4	52	60	30	142	47,3 ±9,0	66,7	+35,3	68	54	48	170	56,7 ±5,9	76,2	+44,8
	м	10	73	70	153	51,0 ±20,5	68,6	13	17	41	71	23,7 ±8,7	33,3	–35,3	11	9	33	53	17,6 ±7,7	23,9	–44,8
26 доба	ж	50	16	4	70	23,3 ±13,8	31,4	51	60	29	140	46,7 ±9,2	65,7	+34,3	68	54	47	169	56,3 ±6,2	75,8	+44,4
	м	10	73	70	153	51,0 ±20,5	68,6	14	17	42	73	24,3 ±8,9	34,3	–34,3	11	9	34	54	18,0 ±8,0	24,2	–44,4
27 доба	ж	50	16	3	69	23,0 ±14,0	30,9	51	59	27	137	45,7 ±9,6	64,3	+33,4	68	54	46	168	56,0 ±6,4	75,3	+44,4
	м	10	73	71	154	51,3 ±20,7	69,1	14	18	44	76	25,3 ±9,4	35,7	–33,4	11	9	35	55	18,3 ±8,3	24,7	–44,4
28 доба	ж	50	16	3	69	23,0 ±14,0	30,9	51	59	27	137	45,7 ±9,6	64,3	+20,8	68	53	46	167	55,7 ±6,5	74,9	+31,4
	м	10	73	71	154	51,3 ±20,7	69,1	14	18	44	76	25,3 ±9,4	35,7	–20,8	11	10	35	56	18,6 ±8,2	25,1	–31,4
На 28 добу, %	ж	83,3	18	4,1	105,4	43,5	–	78,5	76,6	38,0	193,1	64,4	–	+20,9	86,1	84,1	56,8	227	75,7	–	+32,2
	м	16,7	82	95,9	194,6	56,5	–	21,5	23,4	62,0	106,9	35,6	–	–20,9	13,9	15,9	43,2	73	24,3	–	–32,2
Середнє за 22-28 добу (шт.)	ж	50,1	16,0	3,9	70,0	23,3 ±13,8	31,4	51,9	60,0	30,4	142,3	47,4 ±8,8	66,8	+35,4	68,4	54,1	47,6	170,1	56,7 ±6,1	76,3	+44,9
	м	9,9	73,0	70,1	153,0	51,0 ±20,6	68,6	13,1	17,0	40,6	70,7	23,6 ±8,7	33,2	–35,4	10,6	8,9	33,4	52,9	17,6 ±7,9	23,7	–44,9
Середнє за весь дослідний період (шт.)	ж	55,0	50,8	36,8	142,6	47,5 ±5,5	64,0	59,0	68,5	55,0	182,5	60,8 ±4,0	85,7	+21,7	73,1	57,2	64,0	194,3	64,8 ±4,6	87,1	+23,1
	м	5,0	38,2	37,2	80,4	26,8 ±10,9	36,0	6,0	8,5	16,0	30,5	10,2 ±3,0	14,3	–21,7	5,9	5,8	17,0	28,7	9,6 ±3,7	12,9	–23,1

Аналіз добової динаміки життєздатності бджіл у наступний дослідний період (8-14 доба) вказує на зниження збереженості бджіл в контрольній групі з 92,9 % на 8 добу до 77,1 % на 14 добу дослідного періоду і підвищення їх смертності з 7,1 % до 22,9 % (табл. 3.21). У бджіл Д 1 групи вказані показники також змінювалися, але на значно нижчому рівні – живих з 97,2 % до 91,5 % (+14,4 % до контролю), а мертвих з 2,8 % до 8,5 % (-14,4 %). Життєздатність бджіл Д 2 групи з 8 до 14 доби також знижувалася, про що свідчить відносне зменшення кількості живих бджіл з 93,8 % до 87,9 % і зростання числа мертвих з 6,2 % до 12,1 %.

Однак, вказані величини є відмінними на 10,8 % від контрольної групи, що вказує на стимулюючий вплив і цього пробіотика (*L. plantarum*), але на нижчому рівні, ніж *L. casei*, на життєздатність бджіл у перші 14 діб їх згодовування. Характерно, що динаміка загибелі бджіл в окремих підгрупах у цей період досліді суттєво відрізнялась в межах як контрольної (найвища смертність в 2 та 3 підгрупах відповідно – 28,1 % і 32,4 %), так і Д 2 (9 підгрупа – загибель становила 18,5 %). В Д 1 групі загибель бджіл на 14 добу досліді була найнижчою і коливалася в 1-2-3 підгрупах на рівні 9,2-7,8-8,5 %.

Очевидно, дія стресового чинника – вилучення окремих бджіл з бджолиної сім'ї і відсутність матки виявляла не однаковий негативний вплив на бджіл різного віку, які переносилися в ентомологічні садки.

Життєздатність бджіл впродовж 15-21 доби дослідного періоду за кількістю живих бджіл знижувалася більше в контрольній групі (з 57,0 % на 15 добу до 32,7 % на 21 добу) порівняно з підготовчим періодом (табл. 3.22). Разом з тим загибель бджіл у цій групі за цей період зросла з 43,0 % до 67,3 %. Відносна кількість живих бджіл в Д 1 групі зменшилася порівняно з підготовчим періодом до 77,6 % і перевищувала контрольну групу на 40,6 %. У Д 2 групі цей показник був найвищим – 80,0 %, що на 43,0 % більше, ніж у контролі.

Аналіз результатів досліджень життєздатності бджіл за 4-й дослідний період (22-28 доба) вказує на певні відмінності між контрольною, Д 1 і Д 2 групами добової динаміки їх середніх величин збереженості та загибелі (табл. 3.22). Найменше зниження кількості живих бджіл встановлено в контрольній

групі (з 32,3 % до 30,9 %), в Д 2 групі (з 78,5 % до 74,9 %, або +3,6 % до контролю), дещо вище – в Д 1 (з 70,4 % до 64,3 %, або +6,1 % до контролю). Аналогічна тенденція зберігалася щодо відносної чисельності загибелі бджіл порівняно до підготовчого періоду у цих групах (69,1 % – К, 35,7 % – Д 1, 25,1 % – Д 2) на 28 добу дослідного періоду.

Середні значення відносної кількості живих (99,5 %) і мертвих (0,5 %) бджіл за перших 7 діб згодовування пробіотиків порівняно до підготовчого періоду в Д 1 групі зберігалися на рівні контролю (99,3 і 0,7 %). Однак, в Д 2 групі вказані величини живих бджіл становили 97,9 %, а мертвих 2,1 % (табл. 3.24).

Відмінність середніх величин кількості живих і мертвих бджіл за період з 8 по 14 добу повторювала тенденцію цілодобових змін між контрольною і дослідними групами, але на нижчому рівні, порівняно з показниками 14-ої доби. Середні величини кількості живих і мертвих бджіл за період з 15 по 21 добу зберігали загальну добову спрямованість різниць між контрольною і дослідними групами. Найвищий відсоток живих бджіл встановлено в Д 2 групі – 83,4 % і Д 1 – 82,3 % порівняно до підготовчого періоду, що на 43,7 % і 42,6 % більше від величини у контрольній групі (39,7 %).

Середні показники кількості живих і мертвих бджіл за весь 28-ми добовий період згодовування досліджуваних пробіотиків вказують на суттєво виражений їх вплив на життєздатність і тривалість життя, оскільки відносні їх величини утримувались в дослідних групах на близькому рівні – 85,7 % (+21,7 %) і 87,1 % (+23,1 % до контролю). На аналогічні величини порівняно до контролю зменшувалися середні показники смертності бджіл у Д 1 і Д 2 групах, що вказує на доцільність проведення досліджень застосування пробіотиків В-7280 і В-7679 у виробничих умовах лабораторної пасіки.

**Динаміка збереженості бджіл в лабораторному термостаті за умов їх підгодівлі цукровим сиропом з додаванням пробіотичних препаратів *L. casei* В-7280 і *L. plantarum* В-7679**

Дата, показники: живі (ж) мертві (м)		Групи							
		Контрольна (к)		Дослідна 1 (Д 1) ( <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл)			Дослідна 2 (Д 2) ( <i>L. plantarum</i> , 10 <sup>4</sup> КУО/мл)		
		M±m	до підгот. періоду, %	M±m	до підгот. періоду, %	± до контр., %	M±m	до підгот. періоду, %	± до контр., %
Підготовчий період									
К-ть бджіл (шт.)	ж	74,3±8,4	100	71,0±3,5	100	–	74,3±5,7	100	–
	м	0	–	0	–	–	0	–	–
Дослідний період									
К-ть бджіл на 1 добу (шт.)	ж	74,3±8,4	100	71,0±3,5	100	–	74,3±5,7	100	–
	м	0	–	0	–	–	0	–	–
К-ть бджіл на 7 добу (шт.), (n=3)	ж	72,3±7,8	97,3	69,3±3,2	97,6	+0,3	70,7±6,3	95,1	–2,2
	м	2,0±0,6	2,7	1,7±0,3	2,4	–0,3	3,6±0,9	4,9	+2,2
Середнє з 1-7 добу (шт.)	ж	73,8±8,1	99,3	70,6±3,3	99,5	+0,2	72,8±6,2	97,9	+1,4
	м	0,5±0,2	0,7	0,4±0,1	0,5	–0,2	1,6±0,6	2,1	–1,4
К-ть бджіл на 14 добу (шт.), (n=3)	ж	57,3±4,0	77,1	65,0±3,5	91,5	+14,4	65,3±4,0	87,9	+10,8
	м	17,0±7,5	22,9	6,0±0,0	8,5	–14,4	9,0±3,0	12,1	–10,8
Середнє 15-21 доби (шт.), (n=7)	ж	63,5±7,0	85,4	66,9±3,0	94,2	+8,8	67,6±4,8	91,0	+5,6
	м	10,8±4,9	14,6	4,1±0,4	5,8	–8,8	6,7±1,6	9,0	–5,6
К-ть бджіл на 21 добу (шт.), (n=3)	ж	24,3±13,8	32,7	55,0±7,5	77,5	+44,8	59,0±9,6	79,4	+46,7
	м	50,0±20,5	67,3	16,0±4,3	22,5	–44,8	15,3±6,8	20,6	–46,7
Середнє 22-28 доби (шт.), (n=7)	ж	29,5±11,4	39,7	58,4±3,9	82,3	+42,6	62,0±4,8	83,4	+43,7
	м	44,8±18,6	60,3	12,6±3,4	17,7	–42,6	12,4±5,3	16,6	–43,7
К-ть бджіл на 28 добу (шт.), (n=3)	ж	23,0±14,0	30,9	45,7±9,6	64,3	+20,8	55,7±6,5	74,9	+31,4
	м	51,3±20,7	69,1	25,3±9,4	35,7	–20,8	18,6±8,2	25,1	–31,4
Середнє 05.10 -11.10 доби (шт.), (n=7)	ж	23,3±13,8	31,4	47,4±8,8	66,8	+35,4	56,7±6,1	76,3	+44,9
	м	51,0±20,6	68,6	23,6±8,7	33,2	–35,4	17,6±7,9	23,7	–44,9
Середнє за весь дослідний період (шт.), (n=28)	ж	47,5±5,5	64,0	60,8±4,0	85,7	+21,7	64,8±4,6	87,1	+23,1
	м	26,8±10,9	36,0	10,2±3,0	14,3	–21,7	9,6±3,7	12,9	–23,1



Результати різноманітних досліджень вказують на те, що недостатнє постачання мікроелементів в організм призводить до порушень обмінних процесів. Ці порушення не лише різко погіршують життєздатність організму, але й сприяють розвитку розладів, що можуть призвести до його загибелі. Біологічна активність деяких мікроелементів в значній мірі визначається їхньою присутністю в структурах організму, зокрема в ензимах і гормонах. Встановлено, що каталаза містить Ферум, карбонгідраза містить Цинк, а інсулін містить Кобальт і Нікель. Це пояснює взаємозв'язок між мікроелементами та вітамінами, і комплексна дія яких відіграє важливу роль в організмі.

Згодовування бджолам дослідних груп впродовж 28-ми діб з цукровим сиропом пробіотичних препаратів *L. casei* B-7280 та *L. plantarum* B-7679 у різних концентраціях в умовах термостату суттєво не впливало на вміст мікроелементів у тканинах їх цілого організму (табл. 3.25).

Проте спостерігалось невірогідне зниження на 28 добу вмісту заліза та мангану у бджіл Д 1 та Д 2 груп відносно контрольної.

Мінеральні речовини в організмі тварин використовуються як структурний матеріал і як компоненти багатьох вітамінів, гормонів та ензимів, забезпечуючи їхню фізіологічну функцію та необхідну інтенсивність обміну речовин. Від наявності тих чи інших макро- і мікроелементів залежить інтенсивність перетворення корму в енергію і використання поживних речовин для побудови тканин.

Таблиця 3.25

**Вміст мікроелементів у тканинах цілого організму медоносних бджіл за підгодівлі цукровим сиропом з додаванням пробіотичних препаратів *L. casei* В-7280 і *L. plantarum* В-7679, мг/кг, (M±m, n=3)**

Мікро-елементи	Група	Періоди дослідження		
		Підготовчий	Дослідний	
			14 доба	28 доба
Cu	К	5,79±0,21	5,56±0,23	6,97±0,22
	Д 1	6,19±0,55	6,24±0,26	7,06±0,18
	Д 2	6,29±0,26	6,38±0,18	6,26±0,50
Zn	К	28,24±1,28	28,31±2,46	31,70±0,53
	Д 1	27,58±1,82	32,08±1,06	33,73±1,56
	Д 2	26,49±1,66	32,12±1,14	34,61±2,50
Fe	К	56,33±2,84	63,11±2,37	80,87±3,61
	Д 1	58,65±2,25	62,26±2,43	67,72±3,71
	Д 2	54,68±1,36	66,83±2,77	68,27±3,64
Mn	К	12,12±0,94	14,42±0,43	15,42±1,73
	Д 1	12,88±1,18	14,92±0,35	12,61±0,92
	Д 2	12,07±1,49	14,42±1,20	12,53±1,24

### Висновки:

1. Порівняльний аналіз одержаних результатів застосування різних доз пробіотиків *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679 вказує на їх позитивний вплив на життєздатність бджіл, визначену за щодобовою та 7-добовою кількістю живих і мертвих бджіл в усіх підгрупах.

2. Встановлено стимулюючий вплив пробіотиків В-7280 і В-7679 на життєздатність бджіл впродовж перших 14 діб їх згодовування з підвищенням

порівняно з контролем кількості живих і зменшенням летальності бджіл на 12,8 % за дії *L. casei* в дозі  $10^6$  КУО/мл Д 1 і на 9,5 % за впливу *L. plantarum*  $-10^4$  КУО/мл, а на 21 добу – на 40,6 і 43,0 % відповідно. На 28-му добу згодовування препаратів відносна кількість живих бджіл у Д 1 групі перевищувала контрольну на 20,9 %, у Д 2 – 32,2 %.

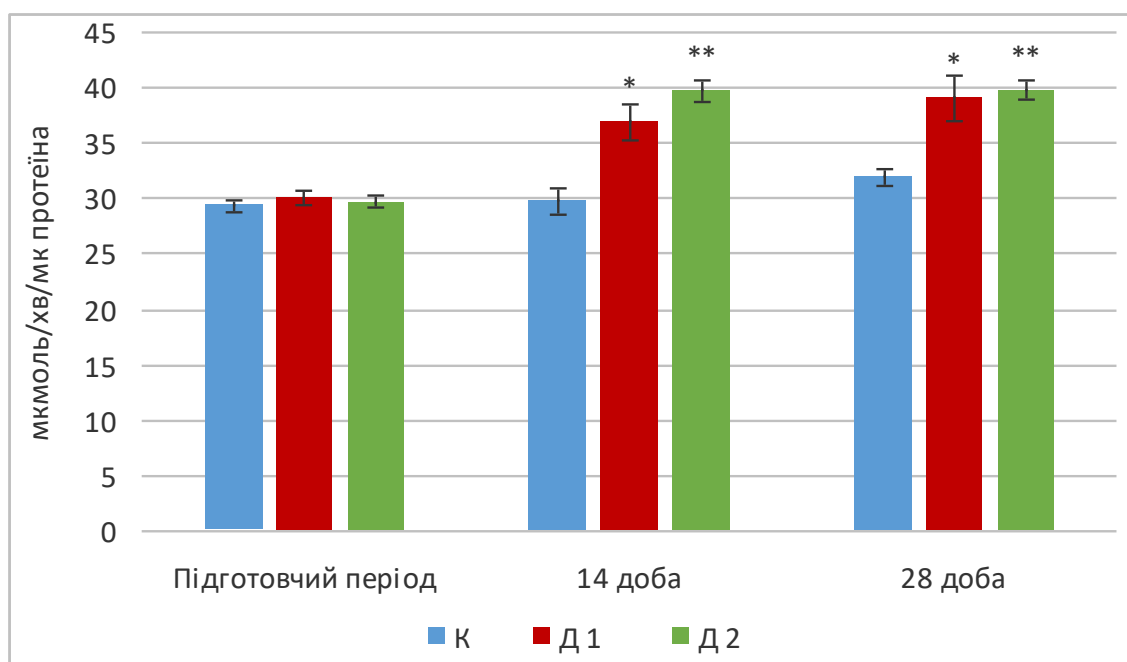
3. Середні величини живих бджіл за 28 діб згодовування пробіотиків В-7280 та В-7679 перевищували контрольну групу на 21,7 і 23,1 %, а кількість загинувших особин була аналогічно нижчою в Д 1 і Д 2 групах.

### **Результати цього розділу опубліковані:**

1. Ковальчук П, Андрошулік РЛ Вплив пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в різних дозах на життєздатність бджіл Збірник тез всеукраїнської науково-практичної конференції: «Інновації щодо зимівлі та весняного розвитку бджолиних сімей». Житомир, 2023: 34-36 [23]

### 3.8 Активність каталази, фракційний склад розчинних білків гемолімфи та спектр кишкової мікробіоти бджіл за підгодівлі цукровим сиропом з додаванням *Lactobacillus casei* B-7280 та *Lactobacillus plantarum* B-7679

Аналіз результатів порівняльних досліджень біологічної дії застосованих препаратів вказує на стимулюючий вплив обох пробіотиків – *L. casei* та *L. plantarum* на каталазну активність тканин всього організму бджіл (рис. 3.15). Зокрема, на 14 добу застосування пробіотиків каталазна активність тканин організму становила 125,6 % ( $P < 0,05$ ) в Д 1 і 133,4 % в Д 2 групах ( $P < 0,01$ ) порівняно до контролю.

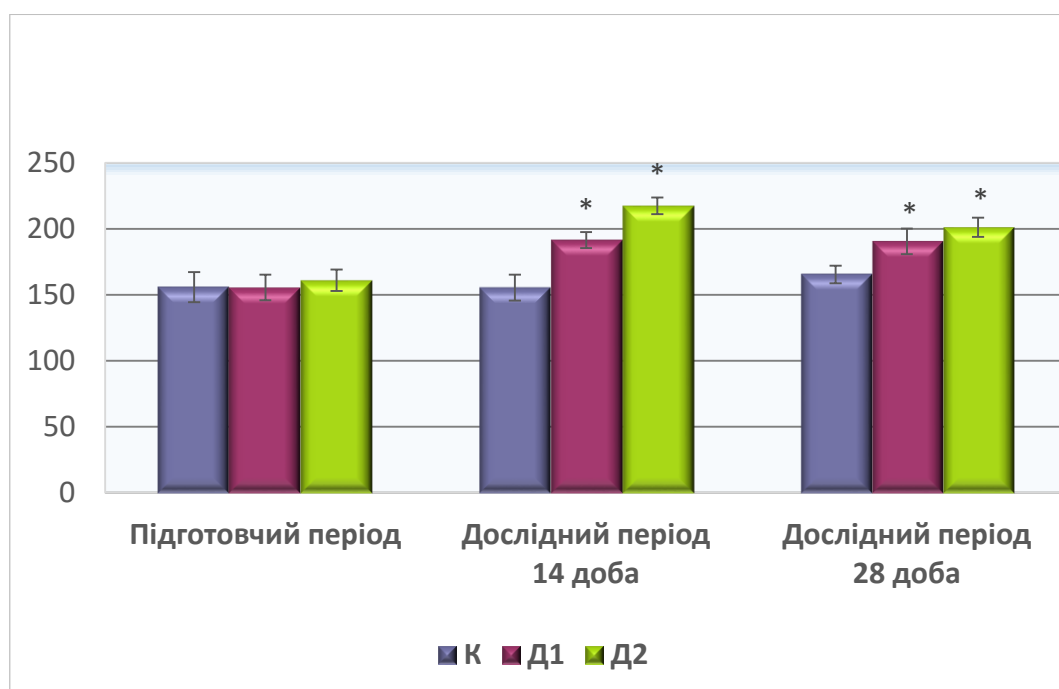


**Рис. 3.15 Каталазна активність тканин організму бджіл за підгодівлі пробіотиками *L. casei* B-7280 та *L. plantarum* B-7679, мкмоль/хв/мг протеїна**

Подальше застосування вказаних препаратів з цукровим сиропом у підгодівлі бджіл зберігало вищий рівень каталазної активності їх тканин, який становив на 28 добу в Д 1 групі – 129,9 % ( $P < 0,05$ ), а Д 2 групі – 134,0 % ( $P < 0,01$ ) порівняно до контролю.

Одержані дані свідчать про тенденцію до підвищення каталазної активності тканин бджіл за тривалішого застосування *L. casei* і стабільно вищої активності цього ензиму впродовж всього дослідного періоду за дії *L. plantarum*. У контрольній групі бджіл, які протягом усього дослідження отримували розчин цукру, активність каталази залишалася на сталому рівні. Відомо, що одним з основних індикатором загального стану антиоксидантної системи є каталаза яка бере участь у захисті організму від надмірної дії активних форм кисню (АФК), що призводять до розвитку оксидативного стресу. Таким чином, пробіотики можуть надавати стимулюючу дію на опірність і життєздатність організму медоносних бджіл. У той же час у контрольній групі бджіл, які протягом усього дослідження отримували розчин цукрового сиропу, активність каталази залишалася на сталому рівні.

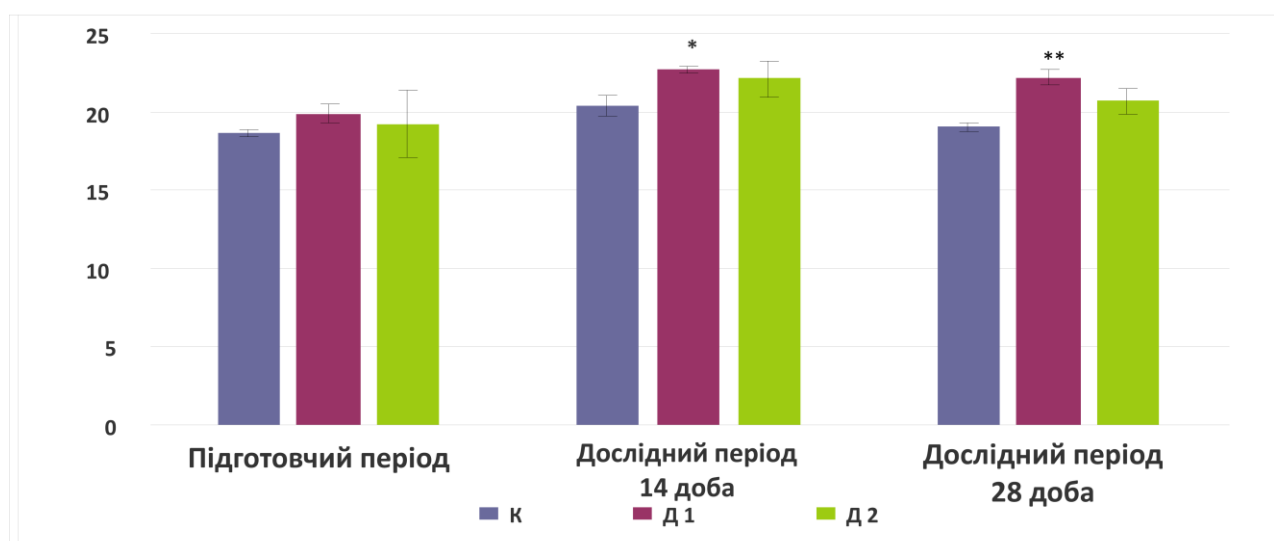
За результатами досліджень в цілому організмі медоносних бджіл II і III ( $p < 0,05$ ) дослідних груп спостерігали підвищення вмісту глікогену, порівняно з контролем, як на 14 так і на 28 добу дослідження. Ці дані вказують на вищий рівень вуглеводно-енергетичного ресурсу організму медоносних бджіл за умов за тривалішого застосування *L. casei* і *L. plantarum*.



**Рис. 3.16** Вміст глікогену тканин організму бджіл за підгодовлі пробіотиками *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679, мг%

Аналіз результатів досліджень представлених на рис. 3.17. підтверджують зміни за дослідний період вмісту загального білка у тканинах цілого організму бджіл, яким додавали до цукрового сиропу *L. casei*, 106 КУО/мл та *L. plantarum* В-7679, 104 КУО/мл. Так, вміст загального білка у бджіл Д 1 групи збільшувався на 14 та 28 доби на 11,1 % ( $P < 0,05$ ) і 16,4 % ( $P < 0,01$ ) відповідно до контрольної групи.

У бджіл Д 2 групи також збільшувався вміст загального білка, але ці різниці недостовірні, що може вказувати на відсутність суттєвого впливу *L. plantarum* В-7679 на концентрацію протеїнів у тканинах бджіл. Відомо, що білки – лабільна система, що відображає стан організму, а також зміни, які відбуваються в ньому під впливом внутрішніх та зовнішніх чинників.



**Рис.3.17** Вміст загального білка у тканинах організму бджіл за умов їх підгодівлі цукровим сиропом з додаванням пробіотиків *L. casei* В-7280 і *L. plantarum* В-7679

Результати аналізу досліджень впливу пробіотиків В-7280 і В-7679 на організм бджіл показали виявлені фракції білків, які відповідають даним літератури щодо їхньої електрофоретичної рухливості у поліакриламідному гелі

білків сироватки крові савців:  $\gamma$  –глобуліни,  $\beta$  –глобуліни,  $\alpha_2$  –глобуліни,  $\alpha_1$  глобуліни (табл. 3.26).

Найбільший відсоток встановлений для  $\beta$  –глобулінів (71,29-72,76 %), потім  $\gamma$  –глобулінів (10,30-11,74 %),  $\alpha_2$  (8,93-9,92 %) та  $\alpha_1$  –глобулінів (6,70-8,04 %) відповідно. Виявлені зміни в контрольній і дослідних групах у співвідношенні вказаних білкових фракцій не достовірні. Тому можна припустити, що додавання у дослідних групах бджіл до цукрового сиропу *L. casei* та *L. plantarum* суттєво не впливало на співвідношення білкових фракцій гемолімфи бджіл.

Таблиця 3.26

**Фракційний склад білків гемолімфи бджіл за умов підгодівлі цукровим сиропом з додаванням пробіотичних препаратів *L. casei* В-7280 і *L. plantarum* В-7679. (M $\pm$ m, n=3)**

Фракції білків, %	Група		
	К	Д1 ЦС + <i>L. casei</i> , 10 <sup>6</sup> КУО/мл	Д2 ЦС + <i>L. plantarum</i> , 10 <sup>4</sup> КУО/мл
$\gamma$ –глобуліни	10,99 $\pm$ 0,96	10,30 $\pm$ 0,14	11,74 $\pm$ 1,67
$\beta$ –глобуліни	72,76 $\pm$ 1,15	71,91 $\pm$ 0,67	71,29 $\pm$ 1,69
$\alpha_2$ –глобуліни	9,55 $\pm$ 1,21	9,92 $\pm$ 0,52	8,93 $\pm$ 0,49
$\alpha_1$ –глобуліни	6,70 $\pm$ 0,97	7,87 $\pm$ 0,36	8,04 $\pm$ 0,30
Альбуміни	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Варто зазначити відсутність фракція альбумінів, що відзначають результати досліджень інших дослідників.

Мікробіологічні дослідження середньої кишки бджіл показали, що у підготовчий період в усіх групах та протягом всього терміну експерименту в контрольній групі в кишечнику був представлений широкий спектр мікроорганізмів різних груп, зокрема значна кількість стафілококів, стрептококів, мікроскопічних грибів та коліморфних бактерій (табл. 3.27).

Спектр мікробіоти середньої кишки бджіл за підгодівлі *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679

Група	Доба дослідження	Кількість мікроорганізмів, що висівались на поживних середовищах (Lg КУО/мг)					
		МПА	BAIRD-PARKER-Agar	KF-Strepto-coccus agar	ЕНДО	Сабуро	Pseudomonas agar
К	Підготовчий період	4,80±0,12	3,77±0,06	2,97±0,11	3,47±0,05	2,97±0,07	0
	14 доба	4,55±0,04	3,42±0,12	3,02±0,06	3,58±0,08	3,11±0,12	0
	28 доба	4,19±0,07	3,14±0,09	3,13±0,08	3,17±0,04	2,72±0,09	1,25±0,25
Д1	Підготовчий період	4,92±0,04	3,82±0,06	3,12±0,11	3,51±0,05	2,85±0,06	0
	14 доба	3,99±0,05*	2,77±0,08*	2,87±0,09	3,78±0,07	1,75±0,10**	0
	28 доба	3,28±0,06**	2,45±0,05*	2,45±0,05*	3,91±0,05*	0**	0
Д2	Підготовчий період	4,77±0,11	3,91±0,11	3,27±0,05	3,22±0,09	2,91±0,04	1,60±0,20
	14 доба	4,17±0,14	3,15±0,09	3,12±0,09	3,40±0,05	1,75±0,10**	0
	28 доба	3,62±0,04*	3,27±0,04	3,45±0,20	3,65±0,08	1,25±0,15**	0



Псевдомонади були виявлені лише в двох зразках бджіл контрольної та дослідної групи у підготовчий період у незначній кількості. Застосування обох пробіотиків призводило до зниження кількості аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів в середній кишці на 14 та 28 добу в бджіл, що отримували пробіотик *L. casei* В-7280 (група Д1) та на 28 добу у бджіл Д2 групи (отримували *L. plantarum* ІМV В-7679).

Кількість стафілококів та стрептококів в середній кишці знижувалось лише під впливом штаму *L. casei* ІМV В-7280 (група Д1) на 14 та 28 добу відповідно.

Слід зазначити, що застосування обох пробіотичних штамів не знижувало кількість коліморфних бактерій в середній кишці бджіл, які є представниками нормальної мікробіоти.

Навпаки, застосування штаму *L. casei* В-7280 збільшувало кількість коліморфних бактерій в кишечнику на 28 добу дослідження. Кількість мікроскопічних грибів знижувалась на 14 та 28 добу після застосування обох пробіотичних штамів, а на 28 добу в групі Д2 мікроскопічні гриби не висівались взагалі.

Псевдомонади на 14 та 28 добу після застосування обох штамів в середній кишці ідентифіковані не були. Кількість лактобактерій в середній кишці була достовірно вищою за контроль в обох групах, що отримували пробіотичні штами, як на 14, так і на 28 добу (табл. 3.28).

Таблиця 3.28

Кількість *Lactobacillus* spp. (А) і *Bifidobacterium* spp. (Б) у середній кишці бджіл (Lg КУО/мг),

Група	Період/доба дослідження	Кількість мікроорганізмів, що висівались на поживному середовищі (Lg КУО/мг)	
		MRSA	BA
Контроль	Підготовчий період	2,67 ± 0,04	1,80 ± 0,05
	14 доба	2,88 ± 0,06	1,95 ± 0,11
	28 доба	2,95 ± 0,09	2,10 ± 0,22
Д1	Підготовчий період	2,73 ± 0,05	1,92 ± 0,06
	14 доба	3,88 ± 0,11**	2,55 ± 0,09*
	28 доба	4,21 ± 0,14**	3,02 ± 0,05**
Д2	Підготовчий період	2,98 ± 0,12	1,60 ± 0,06
	14 доба	3,67 ± 0,07*	2,15 ± 0,03
	28 доба	3,95 ± 0,08*	2,62 ± 0,08*

Кількість біфідобактерій підвищувалась в групі бджіл, що отримувала *L. casei* В-7280 протягом всього періоду спостереження, а в групі, що отримувала *L. plantarum* В-7679 – лише на 28 добу. Показано, що в задній кишці бджіл контрольної групи кількість мікроорганізмів була більшою, ніж в середній кишці, але їх родовий та видовий склад значних відмінностей не мав (табл. 3.29).

Таблиця 3.29

Спектр мікробіоти задньої кишки бджіл, що отримували підгодівлю *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679

Група	Доба дослідження	Кількість мікроорганізмів, що висівались на поживних середовищах (Lg КУО/мг)					
		МПА	BAIRD-PARKER-Agar	KF-Streptococcus agar	ЕНДО	Сабуро	Pseudomonas agar
К	Підготовчий період	5,20 ± 0,06	4,48 ± 0,06	4,52 ± 0,14	5,80 ± 0,11	3,28 ± 0,11	2,25 ± 0,08
	14 доба	5,47 ± 0,08	4,02 ± 0,11	4,68 ± 0,22	5,82 ± 0,09	3,66 ± 0,06	2,48 ± 0,10
	28 доба	5,28 ± 0,11	4,45 ± 0,04	4,80 ± 0,12	5,14 ± 0,14	3,89 ± 0,12	3,41 ± 0,05
Д1	Підготовчий період	5,17 ± 0,05	4,04 ± 0,04	4,57 ± 0,07	5,44 ± 0,07	3,65 ± 0,08	3,47 ± 0,03
	14 доба	4,62 ± 0,06**	3,55 ± 0,08*	4,02 ± 0,04	5,68 ± 0,03	1,15 ± 0,10**	1,50 ± 0,08*
	28 доба	4,11 ± 0,09**	3,01 ± 0,04*	3,18 ± 0,11*	5,92 ± 0,18	0**	0**
Д2	Підготовчий період	5,44 ± 0,11	4,78 ± 0,11	4,65 ± 0,05	5,81 ± 0,05	3,15 ± 0,08	2,80 ± 0,03
	14 доба	5,11 ± 0,06	3,86 ± 0,05*	4,10 ± 0,10	5,21 ± 0,11	2,30 ± 0,11*	2,01 ± 0,07*
	28 доба	4,88 ± 0,03*	3,40 ± 0,11*	4,28 ± 0,06	5,16 ± 0,08	2,10 ± 0,05*	1,10 ± 0,10**

Застосування обох пробіотичних штамів призводило до зниження кількості аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів в задній кишці на 14 та 28 добу в бджіл, що отримували пробіотик *L. casei* В-7280 (група Д1) та на 28 добу в бджіл, що отримували штам *L. plantarum* В-7679 (група Д2).

Кількість стафілококів та стрептококів в задній кишці знижувалось під впливом штаму *L. casei* ІМV В-7280 (група Д1) на 14 та 28 добу відповідно. Під впливом штаму *L. plantarum* В-7679 знижувалась лише кількість стафілококів на 14 та 28 добу.

Застосування обох пробіотиків не мало впливу на кількість коліморфних бактерій в задній кишці бджіл (табл. 3.30).

Таблиця 3.30

**Кількість *Lactobacillus* spp. (А) і *Bifidobacterium* spp. (Б) у задній кишці бджіл (Lg КУО/мг)**

Група	Доба дослідження	Кількість мікроорганізмів, що висівались на поживному середовищі (Lg КУО/мг)	
		MRSA	BA
Контроль	Підготовчий період	3,27 ± 0,07	2,10 ± 0,22
	14 доба	3,13 ± 0,05	2,25 ± 0,14
	28 доба	3,55 ± 0,08	2,47 ± 0,04
Д1	Підготовчий період	3,47 ± 0,06	2,55 ± 0,06
	14 доба	4,55 ± 0,11**	3,10 ± 0,08*
	28 доба	5,48 ± 0,05**	3,26 ± 0,05*
Д2	Підготовчий період	3,45 ± 0,03	2,27 ± 0,04
	14 доба	3,98 ± 0,12*	2,77 ± 0,06*
	28 доба	4,11 ± 0,09*	2,91 ± 0,08*

Кількість мікроскопічних грибів знижувалась на 14 та 28 добу після застосування обох пробіотичних штамів, на 28 добу в групі Д2 мікроскопічні гриби не висівались взагалі. Кількість псевдомонад на 14 та 28 добу після

застосування обох штамів в задній кишці знижувалась, але повна елімінація відбувалась лише на 28 добу після застосування штаму *L. casei* В-7280. Кількість лактобацил та біфідобактерій в задній кишці бджіл була вищою за контроль на 14 та 28 добу в обох експериментальних групах, але більш виражено ці зміни проявлялися після застосування *L. casei* В-7280 (група Д1).

## Висновки

1. Порівняльне застосування пробіотиків *L. casei* В-7280 і *L. plantarum* В-7679 у підгодівлі бджіл за умов лабораторного термостату стимулювало каталазну активність тканин їх організму в обох групах ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$ ) як на 14, так і 28 доби досліджень порівняно з контрольною групою.

2. Вміст загального білка у тканинах організму бджіл Д1 групи вірогідно підвищувався стосовно контрольної групи на 13,9 і 11,4 % на 14 і 28 доби дослідного періоду.

3. Застосування пробіотиків *L. casei* В-7280 і *L. plantarum* В-7679 для підгодівлі бджіл за умов лабораторного термостату приводило до кількісних змін у складі кишкової мікробіоти, зокрема до збільшення кількості молочнокислих бактерій та біфідобактерій, а також зменшення кількості мікроорганізмів в кишківнику.

## Результати цього розділу опубліковані:

1. Fedoruk RS, Kovalchuk II, Pylypets AZ, Tsap MM, Lesyk YV, **Androshulik RL**, Demchenko OA, Tymoshok NO, Babenko LP. The effect of probiotic microorganisms on catalase activity, fractional composition of soluble proteins, and intestinal microbiota of honey bees *Microbiological Journal*. 2023; (4): 46-57, <https://doi.org/10.15407/microbiolj85.04.046> [105]

2. **Андрoшулік РЛ** Активність каталази тканин організму та фракційний склад розчинних білків гемолімфи бджіл за умов підгодівлі з цукровим сиропом пробіотиків *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679. *Біологія тварин*. 2023; 25(2): 49 [1]

## РОЗДІЛ 4

### АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Підгодівля медоносних бджіл передбачає їх забезпечення необхідними макро- та мікроелементами, що надходять до організму робочих бджіл і розплоду, відіграючи важливу роль в онтогенезі та життєздатності цих комах [8, 57, 79, 80]. Для нормального перебігу метаболічних процесів організм бджіл має отримувати повноцінні корми. Енергетичні речовини надходять з моноцукрами, за рахунок глюкози, що міститься в зрілому меду майже в однакових співвідношеннях, а пластичні речовини — з пергою, забезпечуючи надходження до організму протеїнів, незамінних амінокислот, оскільки перга — єдине джерело білкового корму [42].

Відомо, що вирішальну роль у підвищенні життєздатності організму, нормалізації метаболічних процесів та імунобіологічних реакцій виконують макро-і мікроелементи. Перспективним напрямом є збагачення корму бджіл макро- і мікроелементами з використанням нанокарбоксилатів біотичних елементів, які підвищують його біологічну цінність. Встановлено широкий спектр біологічних ефектів від використання цитратів таких елементів, як Ag, Cu, Zn, Mg, Co, Ge, Se [131, 137, 185]. Експериментально доведено позитивний вплив біотичних елементів на організм бджіл. Дія їх суттєво залежить не лише від кількості у раціоні, але й від хімічної структури сполук, з якими ці мікроелементи утворюють комплекси, що беруть участь у підтриманні цілісності клітини [33].

Відомо, що Магній є антиоксидантом у біологічних системах [120, 121, 123], а баланс антиоксидантів/прооксидантів корелює з його концентрацією. Mg<sup>2+</sup> бере участь практично в усіх основних біохімічних процесах у клітині та відповідає за численні функції в організмі, включаючи нервово-м'язову, накопичення та передачу енергії, метаболізм глюкози, ліпідів та білків, стабільність ДНК та РНК і проліферація клітин. Цей елемент забезпечує

скорочення-розслаблення м'язів і беруть участь у внутрішньоклітинному обміні речовин і метаболізмі АТФ відповідно [94]. Встановлено стимулюючу дію цитрату магнію на вихід здорових коконів дубового шовкопряда, а також високі показники продуктивності шовкопряда – 9,9–10,2%. [59]

Згодовування бджолам з сиропом 0,4; 2; 3; 4 мг/л Mg у формі цитрату, отриманого шляхом нанотехнології, впродовж 20 діб, зумовлювало токсичний вплив на їх життєздатність і вказувало на залежність тривалості життя від концентрації цього елемента в сиропі. Тому, доцільним було проведення додаткового дослідження з нижчими концентраціями Mg цитрату і визначення фізіологічно активної дози для медоносних бджіл.

Аналіз коефіцієнтів середньої тривалості життя бджіл, впродовж періоду дослідження з низькими концентраціями Mg цитрату (0,04; 0,02; 0,01 мг Mg/л) характеризувався позитивним впливом на тривалість життя дослідних груп та стимулюючою дією на їх життєздатність та збереженість.

Мінеральне живлення медоносних бджіл забезпечується з пилку і нектару надходженням життєвоважливих елементів, фізіологічна роль яких встановлена для організму (Mg, Ca, Fe, Zn, Cr, Cu, Mn, I, Se). Разом з тим, дослідження показують, що бджоли регулюють споживання мінеральних речовин, як і інші тварини, залежно від певних пропорцій мікро- та макроелементів в компонентах живлення. Ця форма регулювання здійснюється як окремими особинами, так і на рівні бджолої сім'ї [111]. Доведено, що дефіцит надходження окремих мінеральних елементів в організм бджіл у критичні весняний і осінньо-зимовий періоди їх життєдіяльності зумовлює порушення обмінних процесів і знижує стійкість до захворювань [194]. Порушення обміну речовин в організмі бджіл, не повноцінний розвиток розплоду та ослаблення сімей, неефективне використання природного корму пов'язані з недостатнім забезпеченням бджіл поживними і біологічно активними речовинами.

Визначення вмісту Fe, Zn, Cu, і Mn у тканинах бджіл вказує на відмінності впливу застосованих високих концентрацій Mg цитрату, у першому етапі дослідження, на рівень цих елементів в їх організмі. Зокрема, встановлено

зниження вмісту Феруму, Цинку, Купруму та Мангану в зразках тканин дослідних груп порівняно до контрольної. За результатами II етапу досліджень вмісту Fe, Zn, Cu, Mn у тканинах організму бджіл спостерігали менше виражений вплив нижчих доз Mg цитрату на нагромадження цих елементів в їх організмі.

Мінеральні компоненти кормової рослини відіграють важливу роль у функціонуванні карбонатно-бікарбонатної буферної системи регуляції кислотно-лужної рівноваги в органах травлення і калій-гістидин-глутамінової системи в гемолімфі бджіл. Формування цих систем у значній мірі залежить від нормального їхнього забезпечення мінеральними елементами з корму. Порушення роботи буферних систем унаслідок нестачі мінеральних речовин у кормі знижує життєздатність організму, оскільки приводить до виникнення некомпенсованого ацидозу. Зміни хімічного складу рослин за цими параметрами чи перехід на нову кормову рослину супроводжують зсувом ферментативної діяльності кишечника і, таким чином, пригнічують ріст і розвиток комах [163].

Необхідно відзначити, що потреба бджіл у мікро- і макроелементах забезпечується їхнім надходженням з пилюком рослин, водою і нектаром, проте залежить в значній мірі від синергічних або антагоністичних зв'язків між різними, у т.ч. недостатньо вивченими елементами. Важлива роль окремих елементів (Fe, Zn, Cu) в організмі бджіл визначає їх потребу в кормах для функціонування окремих систем та органів. Стимулююча підгодівля Mg цитрату впливала як на вміст окремих досліджених елементів у тканинах, так і на весь мінеральний обмін в організмі медоносних бджіл.

Відомо, що магній є необхідним елементом при вуглеводному, білковому та ліпідному обміні, при синтезі нуклеїнових кислот та бере участь у синтезі майже всіх нейромедіаторів. За результатами дослідження окремих авторів [44, 45, 85, 86] додавання до цукрового сиропу 2 мг/л  $\text{CoSO}_4$  впливало на показники вмісту загального білка та його окремих фракцій з підвищенням рівня  $\beta$ - і  $\gamma$ -глобулінів у гемолімфі бджіл. Відомо, що йони Co активніше зв'язуються з альбуміновою фракцією сироватки крові ссавців, вміст якої є нижчим, ніж глобулінів. Тоді як у пилюку і маточному молочку бджіл вміст альбумінової фракції є вищим порівняно



з глобуліною. Відомо, що альбумінова і глобулінова фракції загального білка у маточному молочку містяться у співвідношенні 2:1. Однак, за даними інших дослідників [122, 123] у співвідношенні білкових фракцій маточного молочка переважають глобуліни. Вказується на високу імуно- і резистентну здатність організму бджіл, яка більше проявляється у молодих бджіл і маток, що може зумовлюватися впливом глобулінових фракцій білкових компонентів молочка.

Додавання до цукрового сиропу високих доз Mg цитрату збільшувало вміст загального білка як у гомогенатах тканин цілого організму так і гемолімфі, відсотковий вміст  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ - та  $\gamma$ - глобулінів характеризувався вірогідно нижчим вмістом у гемолімфі бджіл, на тлі зростання вмісту  $\beta$ - глобулінів ( $P < 0,01-0,001$ ) у всіх дослідних групах порівняно до контролю. За результатами II етапу, підгодівля низькими концентраціями цитрату Mg, рівень загального протеїну в гемолімфі бджіл дослідних груп суттєво не відрізнявся від рівня у контролі. Проте, за умов підгодівлі бджіл цитратом Mg в дозі 0,01 мг/л рівень протеїну був нижчим на 4%. Аналогічні різниці відзначені для рівня білка у гомогенаті тканин організму. Отже, встановлені відмінності є наслідком регуляторного впливу Mg цитрату на надходження окремих протеїнових фракцій з жирового тіла у гемолімфу за відсутності білкового корму бджіл в умовах термостату, де переважало вуглеводне живлення впродовж періоду дослідження.

Відомо, що підгодівля бджіл впливає на обмін речовин і, можливо, є своєрідним стресовим фактором [44, 45]. Різноманітні стресові чинники провокують в організмі надмірну генерацію активних форм кисню і, як наслідок, характерним є розвиток оксидативного стресу. Центральну роль у захисті організму від активних форм кисню має антиоксидантна система [43]. Зокрема, основний фермент, котрий знешкоджує пероксид водню, – каталаза, активність якої чутливо реагує на зовнішні подразники, що дає змогу вважати цей фермент індикатором загального стану антиоксидантної системи.

Каталаза є одним із важливим ферментів антиоксидантної системи організму, що поширений у клітинах тварин, рослин, мікроорганізмів. Цей фермент є одним з найактивніших у клітинах рослин і відіграє роль у підтриманні

процесу фотосинтезу. Головна функція каталази полягає в знешкодженні перекису водню – активної форми кисню, надмірна кількість якої призводить до пошкодження біомолекул. Високий рівень техногенного навантаження, притаманний міським екосистемам, супроводжується потраплянням поллютантів у довкілля, що може негативно впливати на фотосинтетичний апарат рослин, а також зумовлювати надмірне утворення перекису водню й інших активних форм кисню із можливим розвитком оксидативного стресу [108]

За результатами досліджень спостерігали вірогідно вищу активність каталази у гемолімфі бджіл всіх дослідних груп ( $P < 0,001$ ). Найвища вірогідна активність каталази, в 1,5 раза, характерна для IV групи медоносних бджіл порівняно до контролю. Висока каталазна активність може бути пов'язана із підвищеною генерацією активних форм кисню в процесі травлення. Крім того, високий рівень активних форм кисню можливий завдяки життєдіяльності мікрофлори кишечника бджіл. Найвищу активність каталази встановлено у зразках гомогенату бджіл IV дослідної групи, яка отримувала цитрат Mg у дозі 0,01 мг/л, що може вказувати на оптимізуючий регуляторний вплив Mg цитрату у цій дозі на детоксикаційну здатність цього ензиму.

Основними показниками, які характеризують біологічний і фізіологічний стан організму бджіл є вміст в організмі білка, жиру і вітамінів. Білок і жир бджоли резервують безпосередньо в жировому тілі [90]. Глікоген — полісахарид, який синтезується організмом і депонується у всіх його органах і тканинах, особливо у жировому тілі. Глікоген є резервною формою глюкози, що формує розгалужений полімер із залишків глюкози гемолімфи. Його кількість коливається залежно від фізіологічного стану організму медоносних бджіл і є одним із важливих тестів у виявленні енергетичного ресурсу організму бджіл. Глікоген має важливе значення у вуглеводному обміні та забезпечує м'язове скорочення і встановлення структурних пошкоджень у бджіл, що можуть виникати за умов мінерального токсикозу [88]

Результати дослідження глікогену у бджіл вказують на вищий рівень вуглеводно-енергетичного ресурсу організму бджіл дослідних груп, які

утримувалися в умовах термостату. Тридцяти добова підгодівля дослідних бджіл цитратом магнію, очевидно зумовлювала посилення засвоювання цукрового сиропу і трансформацію його у глікоген у всіх трьох дозах.

Інтенсивність вирощування розплоду є важливою складовою не лише процесів життєдіяльності сім'ї, але і виживання медоносних бджіл як виду. В першу чергу на ці процеси впливає бджолина матка, але її функція залежить від дії комплексу зовнішніх і внутрішніх чинників, тобто від періоду, сезону, погодних і медозбірних умов, стану гнізда, чисельності особин у гнізді, породи тощо [27, 28, 96]. Однак, кожний окремий із них може мати позитивний або негативний вплив на темпи вирощування розплоду у гніздах бджолиних сімей. Яйцекладка бджолиних маток залежить від безлічі факторів, серед яких за природного способу отримання бджолиних маток можна виділити: породу бджіл, вік, якість і кількість маточного молочка, кормову базу. [15, 16]

Активація мінерального обміну в організмі бджіл за згодовування Mg цитрату зумовлювала підвищення інтенсивності середньодобової яйцекладки бджолиних маток дослідної групи. Порівняльною оцінкою інтенсивності яйцекладки бджолиних маток, з визначенням у підготовчий період стартового проміру, встановлена різниця початкової кількості відкладених яєць у бджоломаток дослідної групи порівняно з контролем Наступний 12-добовий підрахунок кількості запечатаного розплоду характеризується підвищенням рівня яйцекладки у маток дослідної групи порівняно до контролю. Порівняльною оцінкою загальної кількості відкладених бджоломатками яєць встановлені 49721 шт у дослідній групі порівняно 47783 яєць у дослідній. Активний розвиток бджолиної сім'ї у льотний період дозволяє забезпечувати високу продуктивність за умов наявності бджолиної матки у стані фізіологічної норми з високою інтенсивністю яйцекладки. Саме тому, створення передумов для максимальної реалізації репродуктивного потенціалу бджолиних маток, зокрема, в умовах патогенного навантаження є пріоритетним завданням.

Слід відмітити надзвичайно важливий подвійний біологічний ефект підгодівлі Mg цитрату, як на репродуктивну здатність бджолиних маток, так і на

зміну вмісту окремих мінеральних елементів у цілому організмі. Зокрема, це стосується вмісту Fe, Zn та Cu. Концентрація Cu у тканинах бджіл дослідної групи вірогідно зростала ( $p < 0,05$ ) та перевищувала її рівень у контрольній групі. Відомо, що Cu є важливим компонентом мінерального живлення та має широкий спектр впливу на метаболізм у організмі тварин [17]. Купрум відноситься до біотиків, нестача яких приводить до значних порушень обміну речовин. В організмі бджіл Купрум міститься в кутикулі – зовнішньому скелеті, який покриває тіло, а також хітинових утвореннях, що формують внутрішній скелет. Значна його кількість виділяється з секретом травних залоз робочих бджіл – маточним молочком [56, 158]. Поряд з тим, Cu необхідний для утворення секрету воскових залоз, апітоксину і протеїнів.

Потреба бджіл у мінеральних елементах загалом забезпечується надходженням з пилком рослин, водою і нектаром [99, 153, 154]. Додавання до корму бджіл сполук мікроелементів як метаболічних стимуляторів органічного та неорганічного походження, внесених у різних дозах, впливає на корекцію фізіолого-біохімічних процесів і підвищує їх продуктивність [101].

Певний вплив зумовлює також фізіологічна активність окремих елементів для їхнього організму, оскільки медоносні бджоли здатні селективно нагромаджувати в тканинах організму мікроелементи [122]. Мінеральний склад продукції бджіл, зокрема меду, в основному залежить від їх накопичення у медоносних рослинах, з яких бджоли збирають і переробляють нектар. Біологічна цінність такого меду характеризується високим вмістом окремих біологічно активних речовин, таких як протеїни, органічні кислоти, вітаміни, мінеральні елементи, ароматичні і азотисті сполуки. Збирання паді, особливо за відсутності нектарного взятку, може стати резервом підвищення продуктивності бджолиних сімей та одержання меду [119].

Згодовування з цукровим сиропом різної кількості цитрату Mg зумовлювало не однакові відмінності вмісту окремих мінеральних елементів у меді. Зокрема, відмічено зниження вмісту Fe, Cu та Zn, порівняно до контролю. Поряд з тим, у зразках меду дослідної групи відзначено вірогідно вищий рівень проліну та

діастазне число ( $P < 0,05$ ), що вказує на стимулюючий вплив цукрового на мікробіологічні процеси в меді і його ферментативну активність у період дозрівання [165, 166, 195, 198].

За органолептичними ознаками мед відповідав вимогам ДСТУ 4497:2005 [18]. Не виявлено ознак бродіння меду, смак солодкий, ніжний, без сторонніх присмаків, відповідного відтінку кольору від світло-жовтого до жовтого, в'язкої консистенції і без механічних домішок.

Отже, активізація фізіологічних можливостей медоносних бджіл згодуюванням органічних солей мікроелементів, в т.ч. цитратом Mg є безпечною альтернативою, яку можна використовувати без шкоди бджолам, для підвищення життєздатності та продуктивності бджолиних сімей. Індивідуальний підхід до особливостей сезонних періодів із застосуванням різних схем підгодівлі поживними речовинами і стимуляторами можуть стати запорукою ефективної адаптації бджіл і підвищення їх продуктивності.

Розвиток та життєздатність бджолиних сімей залежать від наявності запасу та якості поживних речовин у вулику. Бджолам необхідні джерела нектару та пилку, які в основному забезпечують їх поживними речовинами [188]. Недостатність медоносної природної флори призводить до зниження сили сімей, їх резистентності, продуктивності, і як наслідок, інтенсивності яйцекладки бджоломатки. Окрім цього, нестача кормової бази знижує виживаність бджіл на стадії личинки, а також підвищує сприйнятливність їх до різних хвороб. Додаткова стимулююча підгодівля бджолам необхідна для підвищення життєдіяльності, продуктивності та сили сімей [100, 190]. Стимулююча підгодівля біологічно активними добавками підвищує продуктивність, розвиток і життєздатність бджолиних сімей [159].

Слід зазначити, що значна кількість досліджень щодо застосування альтернативних засобів стимулюючої підгодівлі характерна для пробіотичних препаратів [92, 93]. Пробиотики здатні інгібувати надмірність росту патогенних мікроорганізмів та нормалізувати корисну мікрофлору кишечника бджоли.

Використання пробіотиків сприяє підвищенню життєздатності бджолиних сімей та дозволяє краще підготувати бджіл до медозбору [186, 187].

Пробіотики містять у складі біфідобактерії, колибактерії, лактобактерії та дріжджі. Пробіотичні бактерії не лише відновлюють мікробіоценоз травного тракту, а й проявляють антагоністичні взаємодії з іншими бактеріями. Мікробний фон кишкового тракту медоносної бджоли формують ентеробактерії, молочнокислі бактерії, стафілококи, ентерококи, псевдомонади, стрептококи, дріжджові гриби. Наявність, кількість і співвідношення цих мікроорганізмів залежить від місця розташування пасіки, періоду року, фізіологічного стану бджолиних сімей.

Найпоширеніші серед пробіотичних бактерій відносяться до груп *Bifidobacterium* і *Lactobacillus* з безліччю різних видів і штамів. Їх можна застосовувати у бджільництві шляхом згодовування у складі суміші для підгодівлі або обприскування бджіл. Ряд вітчизняних та зарубіжних учених у своїх дослідженнях звертали увагу на вплив пробіотичних препаратів на розвиток медоносних бджіл. Це зумовлено тим, що у період інтенсивного навантаження або недостатнього збалансованого живлення організм бджіл ослаблений і потребує корекції обмінних процесів для забезпечення нормального функціонування кишечника. Тому у такі періоди застосовують для підгодівлі бджіл кормові добавки на основі пробіотиків, дія яких спрямована на нейтралізацію корисними бактеріями умовно-патогенної мікрофлори у шлунково-кишковому тракті робочих бджіл [188, 189].

Встановлено, що використання концентрату молочнокислих бактерій штаму *Lactobacillus plantarum* 8P-A3, у складі цукрового сиропу під час весняної підгодівлі бджіл, підвищувалася тривалість їх життя на 9,5%. Маса ректумів у бджіл зменшувалася на 18,0% за споживання ними бджолиного обніжжя з молочнокислими бактеріями. За споживання пробіотичного препарату збільшувалася кількість вирощеного розплоду на 16,2%, а також маса маточного молочка. Комбінована терапія імуностимулюючими штамми *Lactobacillus* характеризувалася покращенням мікробіоти кишечника бджіл після

дисбактеріозу, пов'язаному із застосуванням антибіотиків та імунодефіциту у дорослих особин. Дослідники зробили висновок, що застосування стимулюючої підгодівлі пробіотиками може запропонувати просте, але ефективне рішення для зменшення перебігу захворювань медоносних бджіл, впливу ксенобіотиків з навколишнього середовища та підвищення антимікробної резистентності [69, 92, 183]. Сім'ї, які отримували підгодівлю цукровим сиропом у комплексі з біологічно активними добавками та пробіотиками, протягом сезону були краще підготовлені до медозбору, що дозволило підвищити льотну активність, медову продуктивність, а також стимулювало життєздатність бджіл.

Враховуючи, що на розвиток бджолої сім'ї впливають безліч факторів, серед яких кількість та якість кормів, тому проведення досліджень з впливу стимулюючих підгодівель з новими пробіотичними добавками на бджолині сім'ї в активний період їхньої життєдіяльності відкривають можливості ефективніше розвивати бджільництво з урахуванням способів утримання та екологічних особливостей певного регіону. Це підтверджено проведеними дослідженнями із застосуванням пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280, що характеризувався позитивним впливом на життєздатність бджіл

Отримані результати доводять, що пробіотик *Lactobacillus casei* B-7280 проявляв стимулюючий вплив на життєздатність медоносних бджіл карпатської породи впродовж 30 діб його застосування з цукровим сиропом в умовах лабораторного термостату. Випоювання медоносним бджолам пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 в дозах  $1 \times 10^9$  КУО/мл (Д 1 група) і  $1 \times 10^6$  КУО/мл (Д 2 група) за умов лабораторного термостату стимулювало їх життєздатність, що підтверджує більша кількість живих бджіл за 6-денними періодами досліду порівняно з контрольною групою. Отримані дані свідчать, що випоювання медоносним бджолам пробіотика стимулювало їх життєздатність, що підтверджує більша кількість живих бджіл за 6-денними періодами досліду порівняно з контрольною групою. Застосовані дози пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 підвищували життєздатність бджіл за кількістю живих особин, що більше виражено на 12, 24 і 30 доби досліду. Середня відносна кількість бджіл в Д 1 та

Д 2 групах за 30 діб досліджень перевищувала контрольну групу відповідно на 3,7 і 4,4 %, проте на 24 і 30 доби вказані величини були більшими на 8,6 і 12,3 % в Д 1 і 6,4 і 8,6 % – в Д 2 групах.

Пробіотик *L. casei* В-7280 стимулював життєздатність бджіл впродовж 30 діб його застосування з цукровим сиропом в умовах лабораторного термостату. Це підтверджується результатами підрахунку коефіцієнту середньої тривалості життя бджіл, що в контролі становить 25 діб, а дослідних групах відповідно 26 та 27 діб

Отримані результати корелюють з підвищенням каталазної активності тканин організму бджіл. Аналіз одержаних результатів вказує на виражений вплив застосованих доз пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 на активність каталази тканин бджіл та глікогену. Додавання до цукрового сиропу пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 підвищувало ( $P < 0,05$ ) каталазну активність тканин бджіл як за дії вищої (Д 1), так і за нижчої (Д 2) доз пробіотика

Відомо, що глікоген – основний резервний полісахарид, побудований із залишків  $\alpha$ -D-глюкози. Його роль є аналогічною до ролі крохмалю в клітинах рослин. Глікоген міститься в усіх органах і тканинах тварин і людини, а також у невеликих кількостях у бактеріях і рослинах. Відомо, що в еноцитах жирового тіла молодих бджіл активно депонуються протеїни, ліпіди та резервний полісахарид – глікоген, який утворюється залишками глюкози. Слід зазначити, що остання є джерелом енергії та циркуляторним моносахаридом у гемолімфі бджіл, який підтримує енергетичний гомеостаз їхнього організму. Забезпечення утилізації глюкози із гемолімфи, як поживного субстрату та транспорт її молекул до саркоплазми м'язових волокон забезпечує утворення у м'язовій тканині гомополімеру  $\alpha$ -глюкози – глікогену [152, 164]. За результатами дослідження встановлено підвищення вмісту глікогену в гомогенаті тканин цілого організму медоносних бджіл, Д1 ( $P < 0,05$ ) та Д2 ( $P < 0,01$ ) дослідних груп, порівняно з контролем.

Білки відіграють провідну роль у обміні речовин в організмі. Відомо, що вони приймають активну участь у більшості життєво важливих процесів. Тому



вивчення їх динаміки в тканинах тварин є одним із важливих показників фізіологічного стану їх організму. Білки необхідні для росту й розвитку тварин, синтезу ферментів і гормонів. Завдяки здатності утворювати біохімічні комплекси, білки приймають активну участь в транспорті поживних і біологічно активних (ферментів, гормонів, вітамінів, макро- і мікроелементів) речовин в організмі. Вони виконують також захисну функцію в організмі. Одним із основних показників білкового обміну в організмі є вміст загального білка і білкових фракцій. Слід зазначити, що концентрація білка і співвідношення його фракцій відносно постійні, але знаходяться в безперервній динамічній рівновазі з білковим складом тканин організму [167, 171, 174].

За результатами дослідження у гомогенаті тканин цілого організму у Д1 групі, яка отримувала з цукровим сиропом пробіотик *L. casei* В-7280 у вищій концентрації, вміст загального білка був вищим, аналогічні міжгрупові вищі різниці спостерігали для Д2 групи, на 30 добу дослідження. Щодо вмісту загального білка у гемолімфі бджіл, то у дослідних групах він характеризувався вищим рівнем ніж у контролі. Ці різниці були невірогідні, що може вказувати на відсутність суттєвого впливу на концентрацію протеїнів у гемолімфі бджіл.

Додавання до корму бджіл сполук окремих елементів, як метаболічних стимуляторів органічного та неорганічного походження, внесених у різних кількостях, впливає на корекцію фізіолого-біохімічних процесів і підвищує продуктивність та резистентність медоносних бджіл. Деякі автори свідчать про те, що органічні сполуки мікроелементів менш токсичні, краще засвоюються організмом, тому їхнє застосування у компонентах підгодівлі знімає проблему дефіциту есенціальних елементів в організмі. Органічні сполуки біометалів у формі карбоксилатів їхніх наночастинок мають низку переваг: володіють високою біологічною дією, більш повно засвоюються організмом і активно використовуються у процесах обміну речовин [141, 162, 177]. За умов підгодівлі пробіотиком, спостерігали зміни вмісту мінеральних елементів у тканинах цілого організму. Зокрема, спостерігали міжгрупові різниці вмісту Fe, Zn, Mn, Cu у тканинах дослідних груп порівняно до контролю.

Враховуючи, що на розвиток бджолої сім'ї впливають безліч факторів, проведення досліджень з впливу стимулюючих підгодівель з новими пробіотичними добавками на бджолої сім'ї відкривають можливості ефективніше розвивати бджільництво з урахуванням способів утримання та екологічних особливостей певного регіону. Це підтверджено проведеними дослідженнями із застосуванням пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280, що характеризувався позитивним впливом на життєздатність бджіл. Аналізуючи проведені дослідження та джерела літератури можна стверджувати стимулювальну дію застосованих добавок на розвиток бджолої сім'ї, а також припустити нормалізуючий вплив на кишкову мікрофлору організму бджіл, що було метою наступних досліджень.

Останнім часом для боротьби з хворобами медоносних бджіл використовується різні фунгіциди, антибіотики, гетероциклічні органічні сполуки (індоли) та бактеріофаги [130], які є перспективні для контролю росту патогенів як *in vitro*, так і *in vivo*. Окрім того, в багатьох країнах ЄС законодавчо заборонено використання антибіотиків у бджільництві [161] через ризики поширення антимікробних генів для здоров'я людей і медоносних бджіл [146, 168, 169]. Тому спостерігається тенденція до використання нових ефективних засобів боротьби з хворобами та покращення здоров'я медоносних бджіл, натурального походження, які допомагають уникнути багатьох побічних ефектів, оскільки механізми їх дії відрізняються від синтетичних за рахунок активації захисних реакцій організму на фізіологічному рівні [81, 182].

Відомо, що добре збалансована структура кишкової бактеріальної мікрофлори медоносних бджіл є основою для їх росту, розвитку, підсилення імунної відповіді та опірності від патогенів [104].

Встановлено, що штам кисломолочних бактерій *Lactobacillus casei* B-7280, що володіє антибактеріальними, протизапальними та імуномодулюючими властивостями є перспективним для розробки пробіотиком [151]. На його основі рекомендують виготовляти БАД і ліки для профілактики і лікування інфекційно-запальних та інших захворювань.

*Lactobacillus casei* В-7280 характеризуються ефективною терапевтичною дією за різних експериментальних інфекційно-запальних моделях. Фізіологічний вплив цього пробіотика пов'язаний з нормалізацією кишкової бактеріальної мікрофлори та участі в модуляції запальних реакції. Також відзначалися його вибірковий позитивний вплив на фактори вродженого імунітету, клітинний імунітет та цитокіновий профіль.

Після потрапляння в шлунково-кишковий тракт пробіотики чинять як пряму дію на патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми, так і непрямую – активуючи специфічні та неспецифічні захисні системи організму.

Вплив застосованих доз пробіотиків *Lactobacillus casei* В-7280 та *Lactobacillus plantarum* В-7679 підвищував життєздатність бджіл за кількості живих бджіл, що більше виражено в 2-4 і 5 періоди (14 і 28 доби) досліджу. Середня відносна кількість бджіл в Д 1 та Д 2 групах за 30 діб досліджень перевищувала контрольну групу відповідно на 3,7 і 4,4 %, проте на 14 і 28 доби вказані величини були більшими на 8,6 і 12,3 % в Д 1 і 6,4 і 8,6 % – в Д 2 групах. Середні величини живих бджіл за 28 діб згодовування пробіотиків В-7280 та В-7679 перевищували контрольну групу на 21,7 і 23,1 %, а кількість загинувших особин була аналогічно нижчою в Д 1 і Д 2 групах. Ці дані вказують на доцільність застосування пробіотика В-7280 у цих концентраціях для підвищення життєздатності медоносних бджіл.

Встановлено, що мінеральні компоненти корму мають визначальне значення для нормальної функціональності організму комах. Вони відіграють ключову роль у регулюванні кислотно-лужної рівноваги в органах травлення через карбонатно-бікарбонатну буферну систему та в гемолімфі бджіл через систему калій-гістидин-глутамінової регуляції.

Згодовування бджолам дослідних груп впродовж 28-ми діб з цукровим сиропом пробіотичних препаратів *L. casei* В-7280 та *L. plantarum* В-7679 у різних концентраціях в умовах термостату суттєво не впливало на вміст мікроелементів у тканинах їх цілого організму.

Один із чинників, що негативно впливає на здоров'я бджіл і розвиток

колоній та викликає їх загибель, це погіршення кормової бази. Незначне порушення компонентного складу або дефіцит їжі може ослаблювати імунну систему бджіл та робити їх більш вразливими до застосування хімічних препаратів та захворювань різного походження. Така ситуація сприяє надмірну генерацію активних форм кисню (АФК), що у свою чергу призводить до розвитку окисдатовного стресу. Окислювальний стрес є важливим процесом, який може викликати серйозні негативні наслідки в еукаріотичних організмах. АФК утворюються під час нормальних метаболічних процесів і відповідають за окислювальний стрес. Для запобігання або зменшення окисного стресу, спричиненого АФК, комахи використовують різні ферментні механізми, які викликають окисну інактивацію (супероксиддисмутаза, каталаза та пероксидаза) або видалення АФК на внутрішньоклітинному рівні за допомогою ферментів глутатіонпероксидази та глутатіонредуктази [178]. Одним з основних ферментів, котрий знешкоджує пероксид водню – каталаза, яка чутлива до зовнішніх подразників, що дає змогу вважати цей фермент індикатором загального стану антиоксидантної системи [126].

Одержані дані свідчать про тенденцію до підвищення каталазної активності тканин бджіл за тривалішого застосування *L. casei* і стабільно вищої активності цього ензиму впродовж всього дослідного періоду за дії *L. plantarum*. У контрольній групі бджіл, які протягом усього дослідження отримували розчин цукру, активність каталази залишалася на сталому рівні.

Відомо, що в еноцитах жирового тіла молодих бджіл активно депонуються протеїни, ліпіди та резервний полісахарид – глікоген, який утворюється залишками глюкози. Слід зазначити, що остання є джерелом енергії та циркуляторним моносахаридом у гемолімфі бджіл, який підтримує енергетичний гомеостаз їхнього організму. Забезпечення утилізації глюкози із гемолімфи, як поживного субстрату та транспорт її молекул до саркоплазми м'язових волокон забезпечує утворення у м'язовій тканині гомополімеру  $\alpha$ -глюкози – глікогену.

За результатами досліджень в цілому організмі медоносних бджіл II і III ( $P < 0,05$ ) дослідних груп спостерігали підвищення вмісту глікогену, порівняно з

контролем, як на 14 так і на 28 добу дослідження. Ці дані вказують на вищий рівень вуглеводно-енергетичного ресурсу організму медоносних бджіл за умов за тривалішого застосування *L. casei* і *L. plantarum*. За результатами дослідження відсутній суттєвий вплив *L. plantarum* В-7679 на концентрацію протеїнів у тканинах бджіл. Виявлені зміни в контрольній і дослідних групах у співвідношенні вказаних білкових фракцій. Можна припустити, що додавання у дослідних групах бджіл до цукрового сиропу *L. casei* та *L. plantarum* суттєво не впливало на співвідношення білкових фракцій гемолімфи бджіл. Фракція альбумінів не виявлена, що відзначають інші дослідники. Білкові водорозчинні фракції у плазмі крові хребетних складаються переважно з альбуміну і глобулінів. У клінічних умовах вимірювання відсотка альбуміну і глобулінів може дати інформацію про клінічні стани, такий як гідратація, онкотичний тиск, стан організму або запалені процеси. У нашому дослідженні використаний метод не зміг виявити цей білок у зразках гемолімфи, що може вказувати на його відсутність або незначну кількість (сліди). Деякі автори припускають, що у комах не має потреби у цьому білку для підтримки онкотичного тиску, що ліпорозчинні гормони, можуть транспортуватися гемоціаніном, а харчову функцію виконує мережа кишкових дивертикулів, які досягають усіх частин тіла [95, 107].

У життєдіяльності бджіл симбіонтна мікрофлора кишечника має важливе значення не тільки для процесу травлення, але й проявляє антагоністичну активність проти патогенних мікроорганізмів, бере участь у функціонуванні імунної системи організму загалом. Додаток пробіотиків особливо важлива в період, коли бджоли обмежують контакт з зовнішнім середовищем і природними пробіотичними бактеріями.

За результатами дослідження встановлено, що задній відділ кишечника містить значно більшу загальну кількість мікроорганізмів, ніж середній. Застосування штаму *L. casei* ІМВ В-7280 призводило до збільшення кількості молочнокислих бактерій та біфідобактерій в обох відділах кишківника, а також до зниження кількості стафілококів, стрептококів та мікроскопічних грибів. Застосування штаму *L. plantarum* ІМВ В-7679 мало схожий ефект, але зміни у

складі мікробіому кишківника були менш виражені. Отже, застосування пробіотичних штамів *L. casei* IMB B-7280 і *L. plantarum* IMB B-7679 для підгодівлі бджіл за умов лабораторного термостату приводило до кількісних змін у складі кишкової мікробіоти бджіл, зокрема до збільшення кількості молочнокислих бактерій та біфідобактерій, а також зменшення кількості деяких інших груп мікроорганізмів в кишківнику.

## ВИСНОВКИ

У дисертації отримано нові експериментальні дані щодо механізмів впливу різних доз Mg цитрату і пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 на вміст мікроелементів у тканинах організму і продукції бджіл, білковий обмін, склад мікробіоти кишечника та репродуктивну функцію бджолиних маток і життєздатність їхнього розплоду. З'ясовано відмінності у резистентності та життєздатності, особливості мікробіоти середнього та заднього відділів кишечника бджіл, функціональної активності репродуктивної системи бджолиної матки, за їх підгодівлі Mg цитратом і пробіотиками *Lactobacillus casei* B-7280 *L. plantarum* у весняний період. Обґрунтовано введення в підгодівлю медоносним бджолам оптимальних доз пробіотика *Lactobacillus casei* B-7280 та Mg цитрату, одержаного методом нанотехнології.

1. Згодовування бджолам з сиропом 0,4; 2; 3; 4 мг Mg/л у формі цитрату, впродовж 20 діб, зумовлювало токсичний вплив на їх життєздатність і вказує на залежність тривалості життя від концентрації цього елемента в сиропі. Згодовування бджолам з сиропом 0,04; 0,02 і 0,01 мг/л Mg цитрату впродовж 30 діб сприяло підвищенню їх життєздатності, що свідчить про стимулювальну дію і залежність від концентрації цього елемента в сиропі. Виражена позитивна дія Mg цитрату виявлена у бджіл III і IV груп, які отримували до підгодівлі 0,02 і 0,01 мг Mg/л, відповідно.

2. Підгодівля медоносних бджіл цукровим сиропом з додаванням Mg цитрату впродовж 20 (I етап) і 30 діб (II етап) в умовах термостату зумовлювала зміни вмісту мінеральних елементів у тканинах їхнього організму. Застосування вищих доз Mg цитрату спричиняло зменшення вмісту Феруму, Цинку, Купруму і Мангану у тканинах організму бджіл III і V дослідних груп ( $P < 0,05$ ). Натомість застосування низьких доз Mg цитрату, не викликало суттєвих відмінностей вмісту Fe, Zn, Cu, на тлі вищого вмісту Mn ( $P < 0,05-0,01$ ) порівняно з їх рівнем у тканинах бджіл контрольної групи.

3. Застосування Mg цитрату у підгодівлі істотно не впливало на вміст загального білка у гемолімфі та гомогенатах тканин медоносних бджіл. Водночас за дії 0,01 мг Mg/л спричиняло зміни у співвідношенні окремих білкових фракцій у гемолімфі. Зокрема, зменшення відносного вмісту альбумінів,  $\beta$ -глобулінів та збільшення  $\alpha_2$  і  $\gamma$  глобулінів ( $P < 0,05-0,001$ ).

4. Згодовування у літньо-осінній період Mg цитрату підвищувало репродуктивну функцію бджолиних маток із зростанням середньодобової та загальної кількості відкладених яєць у дослідній групі на 4%. За дії Mg цитрату у тканини бджіл зростає вміст Fe і Cu ( $P < 0,05$ ) на тлі зниження концентрації Zn ( $P < 0,05$ ). У меді виявлено нижчі концентрації Fe, Cu, Zn та вищу діастазну активність ( $P < 0,05$ ) і більший вміст проліну ( $P < 0,01$ ).

5. Констатовано стимулювальний вплив пробіотику *Lactobacillus casei* В-7280 на життєздатність медоносних бджіл упродовж 30-добового його застосування разом з цукровим сиропом в умовах лабораторного термостату. Про що свідчить більша кількість живих бджіл у дослідній групі порівняно з контрольною, особливо на 30 добу експерименту).

6. Додавання до цукрового сиропу пробіотику *Lactobacillus casei* В-7280 підвищувало ( $P < 0,05-0,01$ ) каталазну активність, вміст глікогену у тканинах бджіл ( $P < 0,05-0,01$ ) як за дії вищої (Д 1), так і за нижчої (Д 2) доз пробіотика, що вказує на підвищення енергетичного потенціалу їх організму. Застосування вказаного пробіотика у концентраціях  $10^9$  КУО/мл (Д1) та  $10^6$  КУО/мл (Д2) зумовлювало збільшення вмісту загального білка як у гомогенатах тканин цілого організму, так і гемолімфі, а також вмісту у тканинах Cu, Zn, Fe, Mn ( $P < 0,05-0,001$ ).

7. Встановлено стимулювальний вплив пробіотиків *Lactobacillus casei* В-7280 і *Lactobacillus plantarum* В-7679 на життєздатність бджіл. Про що свідчать підвищення порівняно з контролем кількості живих і зменшення летальності бджіл на 12,8 % за дії *Lactobacillus casei* в дозі  $10^6$  КУО/мл і на 9,5 % за впливу *Lactobacillus plantarum*  $-10^4$  КУО/мл на 14 добу, і відповідно 20,9 і 32,2 % - 28-му добу експерименту. При цьому середні величини живих бджіл за 28 діб



згодовування пробіотиків *Lactobacillus casei* В-7280 та *Lactobacillus plantarum* В-7679 перевищували контрольну групу на 21,7 і 23,1 %.

8. Застосування пробіотиків *Lactobacillus casei* В-7280 і *Lactobacillus plantarum* В-7679 у підгодівлі бджіл за умов лабораторного термостату підвищувало каталазну активність у досліджуваних тканинах їх організму в обох групах ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$ ) як на 14, так і 28-му доби експерименту досліджень порівняно з контрольною групою. Вміст загального білка у тканинах організму бджіл Д 1 групи вірогідно підвищувався стосовно контрольної групи на 13,9 і 11,4 % на 14 і 28-му доби. Застосування пробіотичних штамів *Lactobacillus casei* В-7280 і *Lactobacillus plantarum* В-7679 для підгодівлі бджіл спричиняло до кількісних змін у складі кишкової мікробіоти бджіл, зокрема до збільшення числа молочнокислих бактерій та біфідобактерій у кишечнику.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою корекції мінерального та білкового обміну в організмі медоносних бджіл, поліпшення якості та біологічної цінності їх продукції, стимулювання репродуктивної функції бджолиних маток рекомендується використовувати у підгодівлі Mg цитрат у кількості 0,04 мг на 2000 мл цукрового сиропу у весняний період, що забезпечує в тканинах організму і продукції оптимальний вміст мінеральних компонентів та високу інтенсивність яйцекладки бджолиними матками.

2. Для підвищення життєздатності, резистентності та покращення складу кишкової мікробіоти бджіл рекомендується застосовувати для підгодівлі із цукровим сиропом пробіотика *L. casei* IMB B-7280 у концентрації  $10^6$  КУО/мл.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрошулік РЛ Активність каталази тканин організму та фракційний склад розчинних білків гемолімфи бджіл за умов підгодівлі з цукровим сиропом пробіотиків В-7280 і В-7679 Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених присвяченій 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Шавкуна Василя Юхимовича (07.07.1923 - 18.11.2012) Біологія тварин. 2023; 25(2): 49
2. Андрошулік РЛ Життєздатність медоносних бджіл за дії різних доз пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в умовах термостату. Тези доповідей XX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 90-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента НААН, заслуженого діяча науки і техніки України Макара Івана Арсентійовича 19 травня 2022 року, м. Львів, Біологія тварин, 2022; 24 (2): 22
3. Андрошулік РЛ, Ковальчук П Вплив різних доз цитрату магнію на життєздатність медоносних бджіл. Біологія тварин. 2020; 24(4): 28.
4. Андрошулік РЛ, Ковальчук П Життєздатність медоносних бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату Mg. Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи», Дніпропетровськ, 2021: 17-18.
5. Андрошулік РЛ, Ковальчук П Репродуктивна здатність бджолиних маток та продуктивність бджіл за підгодівлі магнію цитратом. Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2023; 24(2): 25-32.
6. Андрошулік РЛ, Ковальчук П. Активність каталази в гемолімфі та тканинах організму бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату Mg Тези доповідей II конференції “Сучасні методи діагностики, лікування та профілактика у ветеринарній медицині” присвячена 140-річчю

відкриття навчального закладу “Цісарсько-королівська школа та школа підковування коней разом із клінікою-стаціонаром для тварин у Львові”. м. Львів, 2021: 18-19

7. Андрошулік РЛ, Ковальчук П. Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком *L. casei* В-7280 Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин» присвяченої 100-річному ювілею ректора Степана Васильовича Стояновського (м.Львів, 25-26 травня 2023) – Львів: ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2023: 8.

8. Богданов ГО, Поліщук ВП, Локутова ОА. Мінеральні елементи в контексті екологічної оцінки квіткового пилку (бджолиного обніжжя). Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин. 2004; (3): 233-40.

9. Броварський ВД, Бріндза Я, Величко СМ. Етологія бджіл при формуванні запасів білкового корму. Зб. наук. праць Словацького аграрного університету «Агробіорізноманіття для покращання харчування, здоров'я і якості життя». Нітра, 2015; 1: 65–68.

10. Броварський ВД, Бріндза Я, Отченашко ВВ, Повозніков МГ, Адамчук ЛО. Методика дослідної справи у бджільництві: навч. посіб. Київ: Видавничий дім «Вініченко»; 2017. 166 с.

11. Влізло ВВ, Федорук РС, Ратич ІБ та інші Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник. Львів: СПОЛОМ; 2012. 764 с.

12. Головаха МЛ, Беленічев ІФ, Жернов ГА, Чорний ВМ, Яцун ЄВ Вплив продуктів біодеградації імплантів зі сплаву на основі магнію на організм лабораторних щурів. Запорізький медичний журнал. 2013; 5(80): 15-18

13. Городецький ВВ. Препарати магнію в медичній практиці. Мала енциклопедія магнію / В.В. Городецький, О.Б. Талібов – М.: Медпрактика, 2004. – 46 с.

14. Гуліч М. П., Харченко О.О., Єрмоленко В.П., Моїсеєнко І.Є. Цитрати магнію, отримані за аквананотехнологією: хімічна та біологічна характеристики. Довкілля та здоров'я. 2014; 4: 14-18. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/dtz\\_2014\\_4\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/dtz_2014_4_4).
15. Двилюк П, Ковальчук П Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток за підгодівлі наноаквацитратів Ag і Cu. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми фізіології тварин”; 2016 червня 23-25; Одеса; 2016: 14.
16. Двилюк П, Ковальчук П, Двилюк ІВ. Особливості функціонування репродуктивної системи бджолиних маток за умов згодовування цитратів аргентуму та купруму. Біологія тварин. 2019; 21(3): 33–41.
17. Двилюк П, Ковальчук П. Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за умов підгодівлі цитратами Ag і Cu. Науково-технічний бюлетень ДНДКІ. Львів, 2017; 18(2): 83-88.
18. ДСТУ 4497-2005. Мед натуральний. Технічні умови.: К. Держспоживстандарт України, 2005. 36с. (Національний стандарт України).
19. Клітинська ОВ, Стішковський АВ Магній в організмі та його роль у формуванні стоматологічної захворюваності Україна. Здоров'я нації. 2020; 3(60): 130-137
20. Ковальський ЮВ, Кирилів ЯІ. Метаболізм нагромадження міді в організмі медоносної бджоли на різних етапах розвитку. Наук. вісн. Львів. нац. академ. ветер. медицини ім. С. З. Гжицького. 2004; 6(2, ч. 2.): 71-7.
21. Ковальчук П Мінеральні елементи в організмі медоносних бджіл за згодовування цитрату селену. *Ветеринарна біотехнологія*. 2012; 21: 237-241.
22. Ковальчук П, Андрошулік РЛ Вплив випоювання Mg цитрату медоносним бджолам на їх життєздатність. Актуальні проблеми фізіології тварин : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 120-річчю О. В. Квасницького (м. Полтава, 17–18 вересня 2020). Полтава: РВВ ПДАА, 2020: 50-51.
23. Ковальчук П, Андрошулік РЛ Вплив пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в різних дозах на життєздатність бджіл Збірник тез всеукраїнської науково-

практичної конференції: «Інновації щодо зимівлі та весняного розвитку бджолиних сімей». Житомир, 2023: 34-36.

24. Ковальчук П, Андрошулік РЛ, Ковальчук НЯ Вплив пробіотиків на медоносних бджіл. Ефективне бджолозапилення: від підвищення урожайності до збереження біорізноманіття: збірник матеріалів науковопрактичної конференції з міжнародною участю. 11 листопада 2020 р. Київ: USAID (АГРО), 2020: 92-93.

25. Ковальчук П, Андрошулік РЛ, Пилипець АЗ, Цап ММ Вміст загального білка та його фракцій у гемолімфі та тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі цитрату Mg. Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2023; 25(111): 90-96.

26. Ковальчук П, Андрошулік РЛ, Цап ММ. Вплив різних доз цитрату магнію на життєздатність бджіл. Бджільництво України. 2022, 9, 57-63  
<https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.00>

27. Ковальчук П, Двилюк П. Репродуктивна здатність бджолиних маток за умов підгодівлі цитратами Аргентуму і Купрум. Біологія тварин. 2017;19(2):30-36.

28. Ковальчук П, Двилюк П; заявник і власник Інститут біології тварин НААН. Патент на корисну модель № 126794 Україна А 23 К 50/90 Спосіб стимуляції яйцекладки бджолиних маток. № u 201713149; заявл. 29.12.2017; опубл. 10.07.2018; Бюл. № 13.

29. Ковальчук П, Кикіш ІБ, Федорук РС, Цап ММ. Мікроелементи тканин організму бджіл за підгодівлі нанотехнологічними цитратами кобальту і германію. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2021; 3 (54): 31-38

30. Ковальчук П, Ковальська ЛМ. Мед і методи його дослідження. Методичні рекомендації. Львів, 2014. 44с.

31. Ковальчук П, Федорук РС Медоносні бджоли та мед – біоіндикатори забруднення навколишнього середовища важкими металами. Біологія тварин. 2008; 10 (1-2): 24-32.

32. Ковальчук П, Федорук РС, Кикіш ІБ, Денис ГГ Вплив нанотехнологічних препаратів захисту рослин на життєздатність бджіл і вміст мікроелементів у їх тканинах. Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2021; 23(104): 102-109 <https://doi.org/10.32718/nvlvet10417>

33. Ковальчук П, Федорук РС, Пащенко АГ. Мінеральний склад тканин медоносних бджіл за умов згодовування цитрату германію. Фізіологічний журнал. 2014; 60 (3): 229.

34. Ковальчук П, Федорук РС, Співак МЯ, Цап ММ, Пилипець АЗ, Андрощулік РЛ Вплив вживання з цукровим сиропом пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 у різних дозах на життєздатність бджіл. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2023, 1 (60), 39-45. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.1>

35. Ковальчук П, Цап ММ, Андрощулік РЛ, Пилипець АЗ Вплив різних доз *LACTOBACILLUS CASEI* на життєздатність бджіл в умовах термостату. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи» (6-7 червня 2022 р.), Дніпро, 2022: 91-93.

36. Ковальчук П, Цап ММ, Андрощулік РЛ, Пилипець АЗ, Денис ГГ Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі магнієм цитрату. Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2023; 25(109): 8-12 <https://doi.org/10.32718/nvlvet10902>

37. Ковальчук П, Цап ММ, Бабенко ЛП, Пилипець АЗ, Андрощулік РЛ Вплив пробіотиків *LACTOBACILLUS CASEI* і *LACTOBACILLUS PLANTARUM* на життєздатність бджіл. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «СУЧАСНЕ БДЖІЛЬНИЦТВО: проблеми – досвід – нові технології», Київ, 2022: 37-41.

38. Косінов МВ, Каплуненко ВГ. Патент України на корисну модель Спосіб отримання аквахелатів нанометалів «Ерозійно-вибухова нанотехнологія

отримання аквахелатів нанометалів». №29856 UA. МПК (2006): B01J 13/00, B82B 3/00. Опубл. 25.01.2008. Бюл. № 2/2008.

39. Лахман АР, Лемешинська ЛФ, Галатюк ОЄ, Романишина ТО Перспективи застосування пробіотиків за ентеробактеріозів бджіл. Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції «Освітньо-наукові аспекти контролю інфекційних хвороб тварин в Україні». 28 листопада 2019 року, Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2019. 123-126

40. Лазарева ЛМ., Постоєнко ВО. Якість та безпечність меду соняшника Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. 2016. 4(2); 95-101

41. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І.І. Ібатулліна, О.М. Жукорського. К. : Аграр. наука, 2017. 328 с

42. Міщенко ОА, Литвиненко ОМ, Криворучко ДІ Вплив підгодівлі бджіл на продукування воску. *Вісник аграрної науки*. 2020; 3 (804): 45-49. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-06>

43. Нетюхайло ЛГ, Харченко СВ Активні форми кисню (огляд літератури) Молодий вчений. 2014; 9(12): 131-135

44. Пашенко АГ, Романів ЛІ, Федорук РС, Ковальчук П (2016) Уміст мікроелементів у тканинах медоносних бджіл за згодовування цукрового сиропу, борошна сої і цитратів Со і Ні Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2016; 18, 2 (67): 168-172

45. Пашенко АГ, Федорук РС, Романів Л.І, Ковальчук П. Уміст мікроелементів у тканинах медоносних бджіл за згодовування цукрового сиропу, борошна сої і цитратів Со та Ні. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2016; 18(67): 168-72.

46. Переста ММ, Бойко НВ, Броварський ВД, Галатюк ОЄ, Мельниченко ВМ, Дідовець АО Окремі аспекти патогенечних особливостей бджолиного мору <https://pasika.news/okremi-aspekty-patogenechnyh-osoblyvostej-bdzholynogo-moru>



47. Поліщук ВП, Локутова ОА Біологічні особливості живлення бджіл і збирання квіткового пилку в умовах полі флорного взятку *Біологія тварин*, 2002; 1: 1-8
48. Постоєнко ВО, Нікітіна ЛМ, Жолобак НМ, Засекін ДА, Єфіменко ТМ, Постоєнко ГВ Вплив пробіотика «Апінормін» та наноцерію на показники тривалості життя бджіл у лабораторних умовах Бджільництво України. 2022; 9: 92-98
49. Постоєнко ГВ Нормофлора кишківника бджіл та перспективи її практичного застосування. Бджільництво України. 2022; 9: 99-108
50. Разанов СФ, Безпалый ІФ., Бала ВІ, Донченко ТА. Технологія виробництва продукції бджільництва. К.: Аграрна освіта. 2010: 277 с.
51. Разанова О.П., Скрипник С.В. Вплив пробіотичних препаратів на розвиток бджолиних сімей у весняний період. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2022; 2(49), 54-60
52. Разанова ОП, Скрипник СВ Вплив пробіотичних препаратів на розвиток бджолиних сімей у весняний період. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2022; 2(49): 54-60
53. Романів ЛІ., Федорук РС., Каплуненко ВГ. Репродуктивна здатність бджолиних маток за підгодівлі борошном сої з додаванням хрому. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2013; 4 (76): 136–144
54. Репка В. Забезпечення умов для доброго весняного розвитку бджолиних сімей. Український пасічник. 2010; 3: 11–15.
55. Сердюк АМ, Гуліч МП, Каплуненко ВГ, Косінов МВ. Нанотехнології мікронутрієнтів. Проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів. Журнал академії медичних наук. 2010; 16 (1): 107-114.
56. Сивик ТЛ. Вплив різних рівнів Купруму в раціоні на продуктивність та відтворну здатність маток. Збірник наукових праць Луган. нац. аграр.університету. 2005;47:287-90.
57. Сидоренко С. Білкова підгодівля бджолосімей. *Український пасічник* . 2008; 2: 12

58. Стойка РС, Багатофункціональні наноматеріали для біології і медицини: молекулярний дизайн, синтез і застосування. Ред., «Наукова думка НААН України»: Київ, 2017. 363с.

59. Трокоз ВО, Аретинська ТБ, Криворучко ДІ, Каплуненко ВГ. Стан і перспективи використання нанопрепаратів біогенних елементів у лісовому шовківництві. Науково-виробничий журнал «Бджільництво України». 2018; 1(3): 75-85 [https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1\\_4/article/view/113/94](https://www.journalbeekeeping.com.ua/index.php/1_4/article/view/113/94)

60. Федорук РС, Ковальчук П, Романів ЛІ, Пащенко АГ, Двилюк П, Кикіш ІБ. Підгодівля бджіл і методи оцінки її ефективності. Методичні рекомендації. Львів, 2016: 31с.

61. Федорук РС, Ковальчук П, Гавраняк АР Фактори формування імунітету медоносних бджіл Біологія тварин. 2009; 11 (1-2): 83-90.

62. Федорук РС., Романів ЛІ. Репродуктивна здатність бджолиних маток за умов підгодівлі бджіл борошном з бобів сої нативного та трансгенного сортів // Біологія тварин. 2013; 15 (3): 140–149.

63. Федорук РС, Ковальчук П, Романів ЛІ, Пащенко АГ, Двилюк П, Кикіш ІБ. Підгодівля бджіл і методи оцінки її ефективності. Методичні рекомендації, Львів; 2016. 31 с.

64. Федорук РС., Ковальчук П., Ковальська ЛМ., Гавраняк АР. Проблеми, стан та перспективи бджільництва в Україні. Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. 2010; 11 (2-3): 443-453.

65. Школьнікова МА. Метаболізм магнію та терапевтичне значення його препаратів. М.: Медпрактика-М. 2002 - 28 с.

66. Якубчак ОМ, Хоменко ВІ. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва: Підручник; К.: ТОВ Біопром, 2005, 800 с.

67. Ярмолук М. Вміст загального білка в гемолімфі *Apis mellifera* L. за умов осінньої загодівлі препаратом «Апіплаза» Матеріали студентської наукової конференції Чернівецького національного університету (25-27 квітня 2023 року).

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів. – Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023: 108-110

68. Abdi K, Said M, Cherif A The promise of probiotics in honeybee health and disease management Archives of Microbiology. 2023; 205: 73

69. Abdi K, Said M, Cherif A. The promise of probiotics in honeybee health and disease management Archives of Microbiology. 2023; 205: 73  
<https://doi.org/10.1007/s00203-023-03416-z>

70. Abou-Shaara HF, Staron M, Staroňová D. Potential Applications of Nanotechnology in Apiculture Entomol. Appl. Sci. Lett. 2020;7(2):1-8.

71. Acevedo JP, Alberto G, Cardona G, Whitfield CW, Rodriguez DM, Uribe\_Rubio JL, Giray T. Colonization history and population differentiation of the Honey Bees (*Apis mellifera* L.) in Puerto Rico. Ecol. and Evol. 2019;9:10895-10902.

72. Adamchuk LO, Boiarchuk SV, Lavrinenko KV, Dvykaliuk RM, Martseniuk NI. Development of bee colonies based on early spring feeding according to the developed scheme. Animal Science and Food Technology. 2019;10(2):5-11.

73. Alberoni D, Baffoni L, Gaggia F, Ryan P, Murphy K, Ross P, Stanton C. Impact of beneficial bacteria supplementation on the gut microbiota, colony development and productivity of *Apis mellifera* L. Benef Microbes. 2018; 9: 269-278

74. AL-Kahtani SN. Fatty Acids and B Vitamins Contents in Honey Bee Collected Pollen in Relation to Botanical Origin. Scientific J. of King Faisal University (Basic and Applied Sciences). 2017;18(2):41-8.

75. Amighi J, Sabeti S, Schlager O, Mlekusch W, Exner M, Lalouschek W, Ahmadi R, Minar E, Schillinger M. Low Serum Magnesium Predicts Neurological Events in Patients With Advanced Atherosclerosis. Stroke. 2014; 35: 22.

76. Anderson KE, Sheehan TH, Mott BM, Maes P, Snyder L, Schwan MR, Walton A, Jones BM, Corby-Harris V. Microbial ecology of the hive and pollination landscape: Bacterial associates from floral nectar, the alimentary tract and stored food of honey bees (*Apis mellifera*). PLoS ONE. 2013; 8: e83125.

77. Balieira KVB, Mazzo M, Bizerra PFV, Guimarães ARJS, Nicodemo D, Mingatto FE. Imidacloprid-induced oxidative stress in honey bees and the antioxidant

action of caffeine. *Apidologie*. 2018; 49: 562–572. Badiou-Bénéteau A, Carvalho SM, Brunet J-L, Carvalho GA, Buleté A, Giroud B, Belzunces LP. Development of biomarkers of exposure to xenobiotics in the honey bee *Apis mellifera*: application to the systemic insecticide thiamethoxam. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2012;82:22–31.

78. Borsuk G, Ptaszyńska AA., Olszewski K. et al. New method for quick and easy hemolymph collection from apidae adults. *PLoS ONE*, 2017; 12 (1,8): 1–9. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0170487>

79. Brodschneider R, Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010; 41: 278-294, doi: 10.1051/apido/2010012

80. Brodschneider R, Gray A, Adjlane N, Ballis A, et al Multicountry loss rates of honey bee colonies during winter 2016/17 from the COLOSS survey. *Journal of Apicultural Research*. 2018;57(3): 452–457

81. Brosi BJ, Daily GC., Shih TM., Oviedo F, Durán G. The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside. *J. Appl. Ecol.* 2008; 45: 773–783

82. Brosi BJ, Delaplane KS, Boots M, De Roode JC. Ecological and evolutionary approaches to managing honeybee disease. *Nat. Ecol. Evol.* 2017;1:1250–1262.

83. Bulat Z, Đukić-Ćosić D, Antonijević B, Bulat P, Vujanovićb D, Buha A, Matović V. Effect of Magnesium Supplementation on the Distribution Patterns of Zinc, Copper, and Magnesium in Rabbits Exposed to Prolonged Cadmium Intoxication *Scientific World Journal*. 2012; 4: 514-572.

84. Casteels P. *Biochem.* .1999; 187: 381-386

85. Cebotari V, Buzu I, Toderaş I, Gulea P, Postolachi O, Toderici V, Gliga O Influence of some organic coordination compounds containing cobalt and bismuth on development morpho-productive characters of the bee families. *Scientific Papers. Series D. Animal Science.* 2015; 58: 251-258 [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/251-258\\_3.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/251-258_3.pdf)

86. Cebotari V, Toderas1 L, Buzu I, Rudic V. Use of chrome trace for vital activities functions stimulation of *Apis mellifera* bee colonies scientific papers. Series d.

<https://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/vol.LVI/Art11.pdf>

87. Chan Q, Melathopoulos A, Pernal S, Foster L. (2009) The innate immune and systemic response in honey bees to a bacterial pathogen, *Paenibacillus larvae*. BMC Genomics. 2009; 10(1): 387. doi: 10.1186/1471-2164-10-387.
88. Chandel NS Carbohydrate Metabolism Cold Spring Harb Perspect Biol. 2021; 13 (1): a040568
89. Corona M, Robinson GE. Genes of the antioxidant system of the honey bee: annotation and phylogeny. Insect Mol.Biol. 2006; 15(5): 687-70
90. Crailsheim K. The protein balance of the honey bee worker. Apidologie. 1990; 21: 417-429.
91. Crailsheim K. The protein balance of the honey bee worker. Apidologie. 1990;21:417–429.
92. Daisley B, Pitek A, Chmiel J, Gibbons S. Lactobacillus spp. attenuate antibiotic-induced immune and microbiota dysregulation in honey bees Communications Biology. 2020; 3: 534
93. Daisley BA, Chmiel JA, Pitek AP, Thompson GJ, Reid G. Missing microbes in bees: How systematic depletion of key symbionts erodes immunity. Trends Microbiol. 2020;28:1010–1021.
94. Dow JA. The essential roles of metal ions in insect homeostasis and physiology. Curr. Opin. Insect Sci. 2017; 23: 43-50. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29129281/>
95. Eichelmann MA, Lewbart G A. Hemolymph chemistry reference ranges of the chilean rose tarantula grammostola rosea (Walkenaer, 1837) using the vetscan biochemistry analyzer based on IFCC-CLSI C28-A3. Journal of Zoo and Wildlife Medicine. 2018;49(3):528-534.
96. Ema M, Okuda H, Gamo M, Honda K. A review of reproductive and developmental toxicity of silver nanoparticles in laboratory animals. Reproductive Toxicology. 2017;67: 149-164.

97. Engel P, Bartlett K.D, Moran NA. The bacterium *Frischella perrara* causes scab formation in the gut of its honeybee host. *mBio*. 2015; 6: e00193–15
98. Engel P, Stepanauskas R., Moran NA Hidden diversity in honey bee gut symbionts detected by single-cell genomics. *PLoS. Genet*. 2014; 10: e1004596
99. Eremia N, Dabija T, Dodon I. Micro- and macroelements content in soil, plants nectaro- pollenifer leaves, pollen and bees body. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*. 2010; 43(2): 180-182.
100. Eshbah HM, Mohamed AA, Hassan AR, Mahmoud M, Shaban MM Efficiency of feeding honey bee colonies, *Apis mellifera* L., with mixture of natural products and sugar syrup on brood and adult population. *Scientia Agriculturae*. 2018; 21: 14–18.
101. Eshbah HM, Mohamed AA, Hassan AR., Mahmoud M Shaban MM. Efficiency of feeding honey bee colonies, *Apis mellifera* L., with mixture of natural products and sugar syrup on brood and adult population. *Scientia Agriculturae*. 2018; 21: 14–18. doi: 10.15192/PSCP.SA.2018.21.1.
102. Evans J. D. Immune pathways and defence mechanisms in honey bees *Apis mellifera* *Insect Mol boil*. 2006; 15: 645-656.
103. Evans J. D. Transcription immune response by honey bee larvae during invasion by the bacterial pathogen, *Paenibacillus larvae*. *J Invertebr Pathol*. 2004; 85: 105-111.
104. Falalyeyeva TM, Leschenko IV, Beregova TV, Lazarenko LM, Savchuk OM, Sichel LM, Tsyryuk OI, Vovk TB, Spivak MYa. Probiotic strains of *Lactobacilli* and *bifidobacteria* alter pro- and anti-inflammatory cytokines production in rats with monosodium glutamate-induced obesity. *Fiziol Zh*. 2017;63(1):17–25.
105. Fedoruk RS, Kovalchuk II, Pylypets AZ, Tsap MM, Lesyk YV, Androshulik RL, Demchenko OA, Tymoshok NO, Babenko LP The effect of probiotic microorganisms on catalase activity, fractional composition of soluble proteins, and intestinal microbiota of honey bees *Microbiological Journal*. 2023; (4): 46-57 <https://doi.org/10.15407/microbiolj85.04.046> .

106. Fleischmann PH, Crailsheim K Unlike nectar foragers, honeybee drones (*Apis mellifera*) are not able to utilize starch as fuel for flight, *Apidologie*. 2005; 36: 547–557.
107. Foelix RF. *Biology of Spiders*. Frankfurt am Main (Germany): Edition Chimaira; 2015.
108. Foyer CH, Noctor G. Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signaling. *New Phytologist*. 2000; 146: 359–388.
109. Gameda T. Testing the effect of dearth period supplementary feeding of honeybee (*Apis mellifera*) on brood development and honey production. *International Journal of Advanced Research*. 2014; 2: 319–324
110. Gameda T. Testing the effect of dearth period supplementary feeding of honeybee (*Apis mellifera*) on brood development and honey production. *International Journal of Advanced Research*. 2014; 2: 319–324.
111. Geraldine A. Wright, Susan W. Nicolson, and Sharoni Shafir Nutritional Physiology and ecology of honey bees *Annual review of entomology*. 2018; 63: 327–344 <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043423>
112. Gibbons S. *Lactobacillus* spp. attenuate antibiotic-induced immune and microbiota dysregulation in honey bees *Communications Biology*. 2020; 3: 534 <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01259-8>
113. Glinski Z, Jarosz J. Infection and immunity in the honeybee *Apis mellifera*. *Apiacta*, 2021; 36 (1): 12–24.
114. Glinski Z, Jarosz J. Problems of immunosuppression and immunotoxicology in respect to the honeybee protection against microbial and parasitic invaders. *Apiacta*. 2000; 35(2): 65–76. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61445-w>
115. Glinski Z. *Immunobiologia pszczoły miodnej*. Lublin: Academia Rolniczej, 1995: 272p.
116. Glinski Z. Problems of immunosuppression and immunotoxicology in respect to the honeybee protection against microbial and parasitic invaders *Apiacta*. 2000; 35 (2): 65–76.

117. Glinski Z. Cellular and humoral defences in honeybee *Bee World*. 1995; 76 (4) 195-205.
118. Gregorc G. Cell death localization in situ in laboratory reared honey bee (*Apis mellifera* L.) larvae treated with pesticides. *Pestic. Biochem. Physiol.* 2010; 99: 200
119. González-Miret ML, Terrab A, Hernanz D, Fernández-Recamales MA, Heredia FJ. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005; 53(7): 2574-80.
120. Han B, Yoon S, Su J, Han HR, Wang M, Qu W. & Zhong, D. Effects of selenium, copper and magnesium on antioxidant enzymes and lipid peroxidation in bovine fluorosis. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 2004; 17: 1695–1699. <https://www.animbiosci.org/journal/view.php?number=20901>
121. Hans CP, Chaudhary DP & Bansal DD Effect of magnesium supplementation on oxidative stress in alloxanic diabetic rats. *Magnes. Res.* 2003; 16: 13–19. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12735478/>
122. Hartfelder K, Bitondi M, Brent CS, Guidugli–Lazzarini KR, Simoes ZL, Stabeniner A. Physiology and biochemistry of honey bees. *Journal of Apicultural Research*. 2013: 504–508
123. Hartfelder K, Köstlin K, Hepperle C. Ecdysteroid-dependent protein synthesis in caste-specific development of the larval honey bee ovary. *Roux's Arch. Dev. Biol.* 1995; 205: 73–80.
124. Hetru C, Imler J-L, Jiang H, Kanost M, Thompson G J, Zou Z, Hultmark D. Immune pathways and defence mechanisms in honey bees *Apis mellifera* *Insect Mol Biol.* 2006; 15(5): 645–656.
125. Honey bee (*Apis mellifera*) preference towards micronutrients and their impact on bee colonies <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8175997/>
126. Hrassnigg N, Crailsheim K. Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie*. 2005; 36: 255–277.



127. Huang ZY. Pollen nutrition affects honey bee stress resistance. *Terr. Arthropod Rev.* 2012; 5: 175–189
128. Huerta MG, Roemmich JN, Kington ML, Bovbjerg VE, Weltman AE, Holmes VF, Patrie JT, Rogol AD, Nadler JN Magnesium deficiency is associated with insulin resistance in obese children. *Diabetes Care.* 2015; 28: 1175-1181.
129. Johnson KS. Oxygen levels in the gut lumens of herbivorous insects. *J. Insect Physiol.* 2000; 46: 897–903.
130. Jończyk-Matysiak E, Popiela E, Owczarek B, Hodyra-Stefaniak K, Świtała-Jeleń K, Łodej N, Kula D, Neuberg J, Migdał P, Bagińska N. Phages in therapy and prophylaxis of american foulbrood—recent implications from practical applications. *Front. Microbiol.* 2020; 11: 1913.
131. Kaplunenko VH, Fedoruk RS, Kovalchuk II, Pashchenko AH, Romaniv LI, Dvyliuk II, Kykish IB. Biologic action of citrates of the microelements in melliferous bees in different periods of their lives. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017; 41S1: 64
132. Kazi TG, Afridi HI, Kazi N, Jamali MK, Arain MB, Jalbani N, Kandhro G. Copper, chromium, manganese, iron, nickel, and zinc levels in biological samples of diabetes mellitus patients. *Biological Trace Element Research.* 2008; 122 ( 1): 1-18
133. Khan M.J., Gerasimidis K., Edwards C.A., Shaikh M.G. Role of Gut Microbiota in the Etiology of Obesity: Proposed Mechanisms and Review of the Literature. *J Obes.* 2016, 7353642. PMID: 27703805. PMCID: PMC5040794. doi: 10.1155/2016/7353642
134. Klaenhammer TR, Kleerebezem M, Kopp MV, Rescigno M. The impact of probiotics and prebiotics on the immune system. *Nat. Rev. Immunol.* 2012; 12: 728–734.
135. Klaenhammer TR, Kleerebezem M, Kopp MV, Rescigno M. The impact of probiotics and prebiotics on the immune system. *Nat. Rev. Immunol.* 2012; 12: 728–734. doi: 10.1038/nri3312.

136. Komarov D. A. Pathogen-Targeted Hydroxyl Radical Generation during Melanization in Insect Hemolymph: EPR Study of a Probable Cytotoxicity Mechanism *App. Magn. Reson.* 2009; 35: 495-501.

137. Kovalchuk I, Dvylyuk I, Leczyk Y, Dvylyuk I, Gutyj B. Physiological relationship between content of certain microelements in the tissues of different anatomic sections of the organism of honey bees exposed to citrates of argentum and cuprum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2019, 10(2), 177-181

138. Kovalchuk II, Androshulik RL The use of probiotics to increase the viability of bees Collective monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023: 41-59 <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-3>

139. Kovalchuk II, Androshulik RL, Tsap MM Content of total protein and its fractions in hemolymph of bees depending on the level of introduction to sugar syrup citrates Mg *The Animal Biology.* 2021; 23 (3): 61.

140. Kovalchuk II, Tsap MM, Androshulik RL, Kroh AO Viability of bees under consumption of different doses of magnesium citrate. 5<sup>th</sup> International Scientific Conference Agrobiodiversity for Improving the Nutrition, Health, Life Quality, and Spiritual Human Development, Nitra, 2021: 81.

141. Kovalchuk II., Kaplunenko VG, Pashchenko AG, Dvylyuk II, Kykish IB. Trace elements of bees tissues after feeding by citrate-based mineral and hydrocarbon complexes. 33 Joint Annual Meeting of the German Society for Minerals and Trace Elements (GMS) with Zinc-UK «Zinc and other Transition Metals in Health and Disease», 2017: 35.

142. Kovalchuk II, Fedoruk RS, Spivak MYa, Romanovych MM, Iskra RYa Influence of immunobiotics B-7280 on the viability of honey bees and the content of essential and toxic microelements in the tissues of the organism. *Microbiological Journal.* 2021; 83 (2): 12-20.

143. Kumeda M, Sukhodub LB, Sukhodub LF, Chapter 2. Influence of Microwave Sintering on Hydroxyapatite Modified Materials. In: Wythers MC, editor. *Advances in Materials Science Research.* Volume 53. New York: Nova; 2022. P. 63-94.

144. Kumeda M, Sukhodub LF, Prylutsky Yu, Sukhodub L. Fullerene C60-containing Hydroxyapatite/polymer Polyelectrolyte Composite for Dental Applications. In: Nanomaterials: Applications & Properties (NAP-2019): 9th International Conference; Odesa, Ukraine; 2019. P. 02BA05-1–02BA05-4.

145. Kumeda Y, Inaba M. Metabolic syndrome and magnesium. Clin Calcium. 2005 Nov; 15: 11: 97-104. 34.

146. Kurabayashi M. Role of magnesium in cardiac metabolism. Clin Calcium. 2005; 15: 11: 77-83. 35.

147. Kuzin AM, Makaeva ZA Enzymatic determination of glycogen in blood and tissues J.biol.chem. 1998, 9, 14-21

148. Kwong WK, Medina LA. Dynamic microbiome evolution in social bees. Sci Adv. 2017; 3(3): e1600513. doi:10.1126/sciadv.1600513

149. Laemmli UK. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. Nature. 1970; 227: 680–685

150. Larsson SC, Wolk A. Magnesium intake and risk of type 2 diabetes: a meta-analysis. Journal of internal medicine. 2007; 262(2): 208-214.

151. Lazarenko LM, Babenko LP, Mokrozub VV, Demchenko OM, Bila VV, Spivak MYa. Effects of oral and vaginal administration of probiotic bacteria on the vaginal microbiota and cytokines production in the case of experimental Staphylococcosis in mice. Mikrobiol Z. 2017;79(6):105–19.

152. Leta MA, Gilbert C, Morse RA. Levels of hemolymph sugars and body glycogen of honeybees (*Apis mellifera* L.) from colonies preparing to swarm. J. Insect Physiol. 1996; 42: 239–245.

153. Ma B, Lawson AB, Liese AD, Bell RA, Mayer-Davis EJ. Dairy, magnesium, and calcium intake in relation to insulin sensitivity: approaches to modeling a dose-dependent association Am J Epidemiol. 2006; Sep; 1; 164: 5: 449-458

154. Morais JB, Severo JS, Reis de Alencar GR, Soares AR, Climaco KJ Effect of magnesium supplementation on insulin resistance in human: A systematic review. Nutrition. 2017; 38: 54-60

155. Moran NA Distinctive gut microbiota of honey bees assessed using deep sampling from individual worker bees. *PLoS One*. 2012; 7(4): e36393. doi:10.1371/journal.pone.0036393
156. Moritz RFA. Euroconference on MOMEDITO (Molecular Mechanism of Disease Tolerance) in Honeybees. Proceeding. Kralupy near Prague, 17-19. 10.2000, Published by Bee Research Institute in Dol. 2001: 239
157. Motta EVS, Moran NA. Impact of Glyphosate on the Honey Bee Gut Microbiota: Effects of Intensity, Duration, and Timing of Exposure. *mSystems*. 2020; 28,5(4): 268-288. doi: 10.1128/mSystems.00268-20.
158. Moumeh B, Dolores Garrido M, Diaz P, Peñaranda I, Linares MB. Chemical analysis and sensory evaluation of honey produced by honeybee colonies fed with different sugar pastes. *Food Sci Nutr*. 2020; 8 (11): 5823-5831.
159. Moustafa AM, Mohamed AA, Khodairy MM. Effect of supplemental feeding at different periods on activity and buildup of honey bee colonies. *Assiut University Assiut*. 2000; 71526: 385–403
160. Moustafa AM, Mohamed AA, Khodairy MM. Effect of supplemental feeding at different periods on activity and buildup of honey bee colonies. *Assiut University Assiut*. 2000. 71526: 385–403
161. Mutinelli F. European legislation governing the authorization of veterinary medicinal products with particular reference to the use of drugs for the control of honey bee diseases. *Apiacta*. 2003; 38: 156–168.
162. Nesli S, Josef L. Nanotechnology and its application in the food Sector. *Trends in Biotechnol*. 2009; 27: 82-89
163. Oskay D. Effects of diet composition on consumption, live body weight and life span of worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*. 2021; 19: 4421–4430. doi:10.15666/aeer/1906\_44214430
164. Panzenböck U, Crailsheim K. Glycogen in honeybee queens, workers and drones (*Apis mellifera carnica* Pollm.). *J. Insect Physiol*. 1997; 43: 155–165.
165. Piotrowska K, Weryszko-Chmielewska E. Pylek leszczyzny - pokarm pszczol. *Pszczelarstwo*. 1999; 50 (7): 4–5

166. Prolin als Kriterium der Reife des Honigs. Deutsche Lebensmittelrundschau. 1991; 87: 383–386.
167. Randolt K. Immune-Related protein induced in the hemolymph after aseptic and septic injury differ in honey bee worker larvae and adults. Archives of insect biochemistry and physiology. 2008; 69: 155-167.
168. Raymann K, Moran NA. The role of the gut microbiome in health and disease of adult honey bee workers. Curr. Opin. Insect Sci. 2018; 26: 97–104.
169. Raymann K, Shaffer Z, Moran NA. Antibiotic exposure perturbs the gut microbiota and elevates mortality in honeybees. PLoS Biol. 2017; 15(3):e2001861.
170. Rokop ZP, Horton MA, Newton IL Interactions between cooccurring lactic acid bacteria in honey bee hives. Appl. Environ. Microbiol 2015; 81: 7261–7270. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4579437>
171. Romero S, Nastasa A, Chapman A, Kwong WK, Foster LJ. The honey bee gut microbiota: strategies for study and characterization. Insect Mol Biol. 2019; 28(4): 455-472.
172. Rude RK, Gruber HE. Magnesium deficiency and osteoporosis: Animal and human observations. J. Nutr Biochem. 2004;15:710–16.
173. Sabaté DC, Cruz MS, Benítez-Ahrendts MR; Audisio M.C. Beneficial effects of *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* Mori2, a honey-associated strain, on honeybee colony performance. Probiot. Antimicrob. Proteins 2012; 4: 39–46.
174. Sales CH, Campos Pedrosa LF. Magnesium and diabetes mellitus^ Their relation. Clinical Nutrition. 2006; 25 (4): 554-562
175. Şapcaliu A, Pavel C, Savu V, Matei M, Rădoi I. Biochemical and Cytological Investigations on Haemolymph of Apis Mellifera Carpathica Bee in Stressful Conditions. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies. 2010; 67 (1–2): 313–320. doi: 10.15835/buasvmcn-asb:67:1-2:5317
176. Sartain C.V., Wolfner M.F. Calcium and egg activation in *Drosophila*. Cell Calcium 2013; 53: 10-15. [doi:10.1016/j.ceca.2012.11.008](https://doi.org/10.1016/j.ceca.2012.11.008)
177. Scholz MBDS, Quinhone Júnior A, Delamuta BH, Nakamura JM, Baudraz MC, Reis MO, Kato T, Pedrão MR, Dias LF, Dos Santos DTR, Kitzberger

CSG, Bianchini FP Indication of the geographical origin of honey using its physicochemical characteristics and multivariate analysis. *J Food Sci Technol*. 2020; 57(5): 1896-903.

178. Schulz M, Łos A, Grzybek M, Scibior R, Strachecka A. Piperine as a new natural supplement with beneficial effects on the life-span and defence system of honeybees. *Journal of Agricultural Science*. 2019; 157: 140–149.

179. Schwarz R. Early gut colonizers shape parasite susceptibility and microbiota composition in honey bee workers. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2016; 113(33): 9345-9350. doi:10.1073/pnas.1606631113

180. Shatynska OA, Iskra RYa, Svarchevska OZ. The complex effects of the magnesium and chromium citrates on the carbohydrate metabolism in blood of rats with experimental diabetes mellitus. *The Animal Biology*. 2017; 19(3): 122–127.

181. Shumkova R, Zhelyazkova I Investigation of the impact of some stimulant products on the total protein content in worker bee hemolymph (*Apis mellifera* L.). *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 2018; 21 (4): 41–49

182. Tauber JP, Collins WR, Schwarz RS, Chen Y, Grubbs K, Huang Q, Lopez D, Peterson R, Evans JD. Natural product medicines for honey bees: Perspective and protocols. *Insects*. 2019;10:356.

183. Tauber, J.P.; Nguyen, V.; Lopez, D.; Evans, J.D. Effects of a Resident Yeast from the Honeybee Gut on Immunity, Microbiota, and Nosema Disease. *Insects* 2019; 10: 296.

184. Tejerina MR, Cabana MJ Benitez-Ahrendts M. R. Strains of *Lactobacillus* spp. reduce chalkbrood in *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2021; 178: 107521.

185. Tejerina M.R., Benítez-Ahrendts M.R., Audisio M.C. *Lactobacillus salivarius* A3iob reduces the incidence of *Varroa destructor* and *Nosema* spp. in commercial apiaries located in the Northwest of Argentina. *Probiotics Antimicrob. Proteins* 2020; 12: 1360–1369

186. Tlak Gajger I, Vlainić J, Šoštarić P, Prešern J, Bubnič J, Smodiš Škerl MI Effects on Some Therapeutical, Biochemical, and Immunological Parameters of Honey

Bee (*Apis mellifera*) Exposed to Probiotic Treatments, in Field and Laboratory Conditions. *Insects*. 2020; 11(9): 638.

187. Tasteyre A, Barc MC, Karjalainen T, Bourlioux P, Collignon A. Inhibition of *in vitro* cell adherence of *Clostridium difficile* by *Saccharomyces boulardii*. *Microb Pathog* 2002; 32:219–225.

188. Topal E, Mărgăoan R, Bay V, Takma Ç, Yücel B, Oskay D, Düz G, Acar S, Kösoğlu M The Effect of Supplementary Feeding with Different Pollens in Autumn on Colony Development under Natural Environment and In Vitro Lifespan of Honey Bees. *Insects*. 2022; 13: 588.

189. . Topal E, Ceylan Ö, Tunca Rİ, Bay V. The effect of different feeding strategies on honey bee gut microbiota and the presence of *Nosema* South African *Journal of Animal Science* 2022; 52 (No. 5): 577-590

190. Topal E, Yücel B, Tunca RI Kösoğlu M. Effect of Feeding Honey Bees on Colony Dynamics. *Journal of the institute of science and technology*. 2019; 9, 2398–2408. doi: 10.21597/jist.532124

191. Toth AL., Robinson GE. Worker nutrition and division of labour in honeybees. *Anim. Behav.* 2005; 69: 427 – 435.

192. Ullah A, Shahzad MF, Iqbal J, Baloch MS. Nutritional effects of supplementary diets on brood development, biological activities and honey production of *Apis mellifera* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021; 28(12): 6861–6868. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.07.067

193. Weirich GF, Collins AM, Williams VP Antioxidant enzymes in the honey bee, *Apis mellifera* *Apidologie*. 2002; 33: 3-14

194. Wenchao, Yang, Yuanyuan, Tian, Mingfeng Han and Xiaoqing Miao. Longevity extension of worker honey bees (*Apis mellifera*) by royal jelly optimal dose and active ingredient. 2017; 5: 3118; DOI 10.7717/peerj.3118.

195. Wenning CJ. Pollen and the honey bee. *Am. Bee J.* 2003; 143 (5): 394–397.

196. Wu Y, Funato Y, Meschi E, Jovanoski KD, Miki H, Waddell S. Magnesium efflux from *Drosophila* Kenyon cells is critical for normal and diet-enhanced long-term memory. *eLife* 2020. **9**, 1339. DOI: 10.7554/eLife.61339

197. Wu Y, Zheng Y, Wang S, Chen Y, Tao J, Chen Y, Chen G, Zhao H, Wang K, Dong K, Hu F, Feng Y, Zheng H. Genetic divergence and functional convergence of gut bacteria between the Eastern honey bee *Apis cerana* and the Western honey bee *Apis mellifera*. *J Adv Res.* 2021 Aug 10;37:19-31. doi: 10.1016/j.jare.2021.08.002.

198. Wyatt A.M. Honey Bee Biology. Abnormal Queen Cells. *American Bee Journal.* 1998; 138 (8): 581–584.

199. Yazlovitska LS, Kosovan MD, Cherevatov VF, Volkov RA. The catalase activity of *Apis mellifera* l. upon summer feeding with varying carbohydrate diet. *Biological systems.* 2016; 8(2):182–188.

200. Zheng H., Powell J.E., Steele M.I., Dietrich C., Moran N.A. Honeybee gut microbiota promotes host weight gain via bacterial metabolism and hormonal signaling. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 201;. 114: 4775–4780.



## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

НАУКОВІ ПРАЦІ, В ЯКИХ ОПУБЛІКОВАНІ ОСНОВНІ НАУКОВІ  
РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ

*Статті у наукових фахових виданнях України,  
включених до міжнародних наукометричних баз даних*

1. Ковальчук П, **Андрoшулік РЛ**, Цап ММ Вплив різних доз цитрату магнію на життєздатність бджіл. Бджільництво України. 2022; 9: 57-63  
<https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2022.9.00>
2. Ковальчук П, Федорук РС, Співак МЯ, Цап ММ, Пилипець АЗ, **Андрoшулік РЛ** Вплив впоювання з цукровим сиропом пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 у різних дозах на життєздатність бджіл. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2023; 1 (60): 39-45.  
<https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.1>.
3. Ковальчук П, Цап ММ, **Андрoшулік РЛ**, Пилипець АЗ, Денис ГГ Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі магнієм цитрату. Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2023; 25(109): 8-12  
<https://doi.org/10.32718/nvlvet10902>.
4. Ковальчук П, **Андрoшулік РЛ**, Пилипець АЗ, Цап ММ Вміст загального білка та його фракцій у гемолімфі та тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі цитрату Mg. Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького. 2023; 25(111): 90-96.
5. Андрoшулік РЛ, **Ковальчук П** Репродуктивна здатність бджолиних маток та продуктивність бджіл за підгодівлі магнію цитратом. Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2023; 24(2): 25-32.

**Статті у науковому фаховому виданні України, включеному до наукометричної бази даних Scopus**

6. Fedoruk RS, Kovalchuk II, Pylypets AZ, Tsap MM, Lesyk YV, **Androshulik RL**, Demchenko OA, Tymoshok NO, Babenko LP The effect of probiotic microorganisms on catalase activity, fractional composition of soluble proteins, and intestinal microbiota of honey bees *Microbiological Journal*. 2023; (4): 46-57, <https://doi.org/10.15407/microbiolj85.04.046>.

*Розділ у колективній монографії*

7. Kovalchuk II, Androshulik RL The use of probiotics to increase the viability of bees Collective monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023: 41-59 <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-3>

**Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

**Тези наукових доповідей**

8. Ковальчук II, **Андрoшулік РЛ** Вплив вживання Mg цитрату медоносним бджолам на їх життєздатність. Актуальні проблеми фізіології тварин : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 120-річчю О. В. Квасницького (м. Полтава, 17–18 вересня 2020). Полтава : РВВ ПДАА, 2020: 50-51.

9. Ковальчук II, **Андрoшулік РЛ**, Ковальчук НЯ Вплив пробіотиків на медоносних бджіл. Ефективне бджолозапилення: від підвищення урожайності до збереження біорізноманіття: збірник матеріалів науковопрактичної конференції з міжнародною участю. Київ: USAID (АГРО), 2020: 92-93.

10. **Андрoшулік РЛ**, Ковальчук II Вплив різних доз цитрату магнію на життєздатність медоносних бджіл. Біологія тварин. 2020; 24(4): 28.

11. Kovalchuk II, **Androshulik RL**, Tsap MM Content of total protein and its fractions in hemolymph of bees depending on the level of introduction to sugar syrup citrates Mg *The Animal Biology*. 2021; 23 (3): 61

12. Kovalchuk II, Tsap MM, **Androshulik RL**, Kroh AO Viability of bees under consumption of different doses of magnesium citrate. 5<sup>th</sup> International Scientific

Conference Agrobiodiversity for Improving the Nutrition, Health, Life Quality, and Spiritual Human Development, November 3, Nitra, 2021: 81

13. **Андрoшулік Р.Л.**, Ковальчук П Життєздатність медоносних бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату Mg. Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи», Дніпропетровськ, 2021: 17-18.

14. **Андрoшулік Р.Л.**, Ковальчук П Активність каталази в гемолімфі та тканинах організму бджіл залежно від рівня введення до цукрового сиропу цитрату Mg Тези доповідей II конференції “Сучасні методи діагностики, лікування та профілактика у ветеринарній медицині” присвячена 140-річчю відкриття навчального закладу “Цісарсько-королівська школа та школа підковування коней разом із клінікою-стаціонаром для тварин у Львові”. м. Львів, 2021: 18-19

15. Ковальчук І.І., Цап М.М., **Андрoшулік Р.Л.**, Пилипець А.З. Вплив різних доз *LACTOBACILLUS CASEI* на життєздатність бджіл в умовах термостату // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи». Дніпро, 2022: 91-93.

16. **Андрoшулік Р.Л.** Життєздатність медоносних бджіл за дії різних доз пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в умовах термостату. Тези доповідей XX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої 90-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента НААН, заслуженого діяча науки і техніки України Макара Івана Арсентійовича 19 травня 2022 року, м. Львів, Біологія тварин. 2022; 24 (2): 22

17. Ковальчук І.І., Цап М.М., Бабенко Л.П., Пилипець А.З., **Андрoшулік Р.Л.** Вплив пробіотиків *LACTOBACILLUS CASEI* і *LACTOBACILLUS PLANTARUM* на життєздатність бджіл. Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «СУЧАСНЕ БДЖІЛЬНИЦТВО: проблеми – досвід – нові технології», Київ, 2022: 37-41.

18. Ковальчук П, **Андрoшулік РЛ** Вплив пробіотика *Lactobacillus casei* В-7280 в різних дозах на життєздатність бджіл Збірник тез всеукраїнської науково-практичної конференції: «Інновації щодо зимівлі та весняного розвитку бджолиних сімей». Житомир, 2023:34-36.

19. **Андрoшулік РЛ**, Ковальчук П Вміст мікроелементів у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком *L. casei* В-7280 Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин» присвяченої 100-річному ювілею ректора Степана Васильовича Стояновського (м.Львів, 25-26 травня 2023) – Львів: ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2023: 8.

20. **Андрoшулік РЛ** Активність каталази тканин організму та фракційний склад розчинних білків гемолімфи бджіл за умов підгодівлі з цукровим сиропом пробіотиків В-7280 і В-7679 Матеріали XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених присвяченій 100-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора Шавкуна Василя Юхимовича (07.07.1923 - 18.11.2012) 18-19 травня 2023 р, Біологія тварин. 25(2): 49

## ДОДАТОК Б

### АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем у біології, тваринництва та ветеринарній медицині» (м.Львів, 2020, 2021, 2022, 2023) — *виступ на секційному засіданні.*

Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми фізіології тварин» (м.Львів, 2020, 2023) - *виступ на секційному засіданні.*

Науково-практична конференція з міжнародною участю «Ефективне бджолозапилення: від підвищення урожайності до збереження біорізноманіття» (м.Київ, 2020) - *стендова доповідь.*

V<sup>th</sup> International Scientific conference «Agrobiodiversity for Improving the nutrition, Health, Quality of life and spiritual human development» (Nitra, 2021) - *стендова доповідь.*

II конференція «Сучасні методи діагностики, лікування та профілактики у ветеринарній медицині» присвячена 140-річчю відкриття навчального закладу «Цісарсько-королівська ветеринарна школа та школа підковування коней разом із клінікою-стаціонаром для тварин у Львові (м.Львів, 2021) - *виступ на секційному засіданні.*

Міжнародна науково-практична конференція викладачів і студентів «Актуальні аспекти біології тварин, ветеринарної медицини та ветеринарно-санітарної експертизи» (м.Дніпро, 2021, 2022) - *виступ на секційному засіданні.*

Науково-практична конференція з міжнародною участю «Сучасне бджільництво: проблеми-досвід-нові технології» (м.Київ, 2022) - *стендова доповідь.*

Всеукраїнська науково-практична конференція «Інновації щодо зимівлі та весняного розвитку бджолиних сімей (м.Житомир, 2023) - *виступ на секційному засіданні.*

**Додаток В**

**АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
У НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА  
НАУКОВИХ УСТАНОВ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
проректор з наукової та інноваційної діяльності,  
Дніпровського державного  
аграрно-економічного університету  
д.с.-г.н., професор  
**Юрій ЖКАЛІЧ**  
«13» червня 2023р.



**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ  
результатів дисертаційної роботи  
Андрoшуліка Руслана Леонідовича  
«Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодовлі  
пробіотиком та цитратом Mg»**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Андрoшуліка Руслана Леонідовича на тему: «Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодовлі пробіотиком та цитратом Mg», поданої на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії, галузь знань 21 «Ветеринарія», за спеціальністю 211 «Ветеринарна медицина», впроваджено у навчальний процес під час читання лекцій та проведення лабораторних занять з дисципліни «Фізіологія тварин» при підготовці фахівців освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 211 «Ветеринарна медицина» і використовується у науково-дослідній роботі кафедри фізіології, біохімії тварин і лабораторної діагностики Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Розглянуто та схвалено на засіданні фізіології, біохімії тварин і лабораторної діагностики Дніпровського державного аграрно-економічного університету, протокол № 9 від 12.06.2023р.

Завідувач кафедри фізіології,  
біохімії тварин і лабораторної  
діагностики ДДАЕУ,  
д.вет.н., професор

Дмитро МАСЮК

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Директор Інституту сільського  
господарства Карпатського регіону НААН  
д.с.-г.н., член-кореспондент НААН



Олег СТАСІВ  
2023 р.

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ  
результатів дисертаційної роботи  
Андрoшуліка Руслана Леонідовича  
«Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодівлі  
пробіотиком та цитратом Mg»**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Андрoшуліка Руслана Леонідовича на тему: «Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком та цитратом Mg», поданої на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії, галузь знань 21 «Ветеринарія», за спеціальністю 211 «Ветеринарна медицина», використовуються у науково-дослідній роботі відділу розведення, технологій утримання та годівлі тварин Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

Розглянуто та схвалено на засіданні відділення тваринництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, протокол № 4 від 07.06.2023 р.

Завідувач відділення тваринництва,  
канд. біол. наук, с. н. с.

Наталія ФЕДАК



«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор з наукової роботи

Дрогобицького державного педагогічного  
університету імені Івана Франка

д.пед.н., професор

Микола ПАНТЮК

2023р.

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**  
**результатів дисертаційної роботи**  
**Андрошуліка Руслана Леонідовича**  
**«Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодівлі**  
**пробіотиком та цитратом Mg»**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Андрошуліка Руслана Леонідовича на тему: «Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком та цитратом Mg», поданої на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії, впроваджено у навчальний процес під час читання лекцій та проведення практичних занять з дисципліни «Актуальні проблеми сучасної біології» при підготовці фахівців освітнього ступеня «Магістр» і використовується у науково-дослідній роботі кафедри біології та хімії Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри біології та хімії Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, протокол № 7, від 13.06.2023 року.

Завідувач кафедри біології та хімії,  
к. б. н., доцент

Монастирська С.С.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора  
з наукової роботи Буковинської  
державної сільськогосподарської  
дослідної станції ІСГКР НААН  
кандидат с.-г.наук  
О.Б. Лесик  
2023р.



**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**  
**результатів дисертаційної роботи**  
**Андрощуліка Руслана Леонідовича**  
**«Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодівлі**  
**пробіотиком та цитратом Mg»**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Андрощуліка Руслана Леонідовича на тему: «Життєздатність та розмноження медоносних бджіл за підгодівлі пробіотиком та цитратом Mg», поданої на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії, галузь знань 21 «Ветеринарія», за спеціальністю 211 «Ветеринарна медицина», використовуються в науково-дослідній роботі відділу селекції, розведення, годівлі та технології виробництва продукції тваринництва Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції ІСГКР НААН.

Розглянуто та схвалено на засіданні відділу селекції, розведення, годівлі та технології виробництва продукції тваринництва Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції ІСГКР НААН, протокол № 2 від 05.06.2023 р.

Завідувач відділу

Калинка А.К.