

**ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ПАЩЕНКО АЛЛА ГРИГОРІВНА

УДК 577.118:577.115:57.085:638.12:591.615: 661.873:661.874:664.641.2

**ДИСЕРТАЦІЯ
МІКРОЕЛЕМЕНТИ ТА ЛІПІДИ ТКАНИН І ПРОДУКЦІЇ БДЖІЛ
ЗА ПІДГОДІВЛІ ЦИТРАТАМИ Co і Ni ТА БОРОШНОМ SO_2**

03.00.13 – фізіологія людини і тварин

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата ветеринарних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело _____ А.Г. Пащенко

Науковий керівник — **Ковальчук Ірина Іванівна**
доктор ветеринарних наук, старший науковий співробітник

Львів - 2019

АНОТАЦІЯ

Пащенко А. Г. Мікроелементи та ліпіди тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні та борошном сої. — Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата ветеринарних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.13 – фізіологія людини і тварин – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2019.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню впливу цитратів Со і Ні, отриманих нанотехнологічним методом, та борошна сої на вміст окремих мінеральних елементів і ліпідів у тканинах організму та продукції медоносних бджіл, а також репродуктивну функцію маток у весняний і літньо-осінній періоди; з'ясуванню механізмів стимулюючого впливу Со і Ні цитратів на життєздатність медоносних бджіл, сезонних особливостей метаболізму ліпідів і мікроелементів у тканинах їх організму, вміст цих речовин у продукції.

Уперше визначено схему додавання Со і Ні цитратів до цукрового сиропу як компонентів підгодівлі медоносних бджіл. Доведено, що ці сполуки активізують метаболізм мікроелементів і ліпідів у тканинах організму, що поліпшує якісні показники бджолопродукції та підвищує інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками.

Встановлено, що сумісність цитратів Со і Ні та борошна сої, як джерела ліпідів, протеїнів, характеризується комплексною біологічною дією у певні критичні періоди утримання бджолиних сімей. Отримані результати використані для оптимізації компонентів підгодівлі медоносних бджіл і вдосконалення способу підвищення репродуктивної функції їх маток у весняний період.

Застосування комплексної та роздільної підгодівлі цитратами Co і Ni з борошном сої та без нього в умовах ентомологічних садків характеризувалося різницями вмісту окремих мікроелементів, загальних ліпідів, їх класів у тканинах організму бджіл. Підгодівля бджіл цитратами Co (2 мг) та Ni (1 мг) роздільно зумовлювала підвищення вмісту Fe, Co, фосфоліпідів, НЕЖК, моно- та диацилгліцеролів у тканинах бджіл на тлі зниження Cu, Zn, триацилгліцеролів і вільного холестеролу. Комплексна підгодівля бджіл борошном сої і цитратами Co (2 мг) та Ni (1 мг) в умовах садків характеризувалась нижчим вмістом Fe, Cu, триацилгліцеролів у тканинах бджіл на тлі зростання вмісту Co і Ni, фосфоліпідів, моно- і диацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу у тканинах організму бджіл.

Підгодівля бджіл з додаванням цукрового сиропу, борошна сої і цитратів Co та Ni у весняний період корегує обмін мінеральних речовин у тканинах їх організму і активізує синтез проліну та збагачення ним меду.

Комплексне поєднання у підгодівлі бджіл цитратів Co і Ni, борошна сої з цукровим сиропом характеризувалось не вірогідним підвищенням вмісту Co, Ni, Cu, Fe на тлі зниження Zn у їх тканинах порівняно з бджіл контрольною групою. Встановлено зменшення вмісту Zn і Se у вошині бджіл всіх дослідних груп на тлі зростання Fe, Ni ($p < 0,001$).

Підгодівля медоносних бджіл у весняний період цукровим сиропом з борошном із бобів сої та цитратами Co і Ni зумовлювала вірогідно вищий вміст загальних ліпідів і зміни співвідношення окремих їх класів в гомогенаті тканин організму бджіл всіх дослідних груп, проте більше виражений біологічний вплив добавок відзначено в III і IV групах за підгодівлі цитратами Co (2 мг) та цитрату Ni (1 мг) з цукровим сиропом і борошном сої. У ліпідах тканин бджіл дослідних груп встановлено нижчий відносно й вміст рівень фосфоліпідів, моно- і диацилгліцеролів, НЕЖК, але вищий – етерифікованого і вільного холестеролу, а також триацилгліцеролів.

Роздільне внесення до компонентів підгодівлі Co і Ni стимулювало підвищення вмісту більшості насичених, крім C_{18:0} і C_{20:0}, жирних кислот у ліпідах тканин їх організму, проте поєднане застосування цих сполук не підсилювало їх фізіологічного впливу на рівень насичених жирних кислот у ліпідах тканин. Вміст ненасичених жирних кислот у ліпідах тканин бджіл дослідних груп виявляв зворотний зв'язок з ступенем насиченості та їх рівнем у ліпідах.

Застосування у підгодівлі цитратів Co та Ni у весняний період призвело до зниження ($p < 0,001; 0,01$) вмісту в тканинах організму бджіл Zn, Co (II і V), Cu, Mg (V), Se (IV) та підвищення Fe, Mg (II), Mn (IV), що підтверджує явище антагонізму і синергізму між вказаними мінеральними речовинами. Встановлено вірогідне зростання вмісту Mg, Zn, Fe, Cu, Co та Ni у стільниках бджіл, з найвищими показниками цих мінеральних речовин у групі, що одержувала цитрат Ni у дозі 1,0 мг/0,3л/тижд./сім'ю на тлі зниження вмісту Se. Біологічна дія цитратів Co і Ni у бджіл характеризувалася покращенням харчової цінності меду і його збереженості зі збільшенням вмісту проліну та концентрації водневих іонів.

Встановлено, що введення бджолиним сім'ям цитратів Co і Ni до сиропу весняної підгодівлі викликало підвищення інтенсивності яйцекладки бджолиних маток дослідних груп. Характерно, що найбільший приріст інтенсивності яйцекладки відзначений у бджолиних маток, яким згодовували роздільно цитрати Co і Ni з цукровим сиропом. Комплексне застосування цитратів Co і Ni з цукровим сиропом за весняної підгодівлі медоносних бджіл характеризується меншим стимулюючим впливом на інтенсивність відкладання яєць матками бджіл, ніж роздільне їх застосування.

Підгодівля медоносних бджіл цукровим сиропом з додаванням цитратів Co та Ni зумовлювала коригуючий вплив на розподіл і трансформацію ліпідів в організмі та продукції бджіл. У тканинах організму медоносних бджіл дослідних груп зростав відносний вміст фосфоліпідів,

триацилгліцеролів на фоні зниження етерифікованого холестеролу. У перзі виявлено вірогідне збільшення вмісту загальних ліпідів, моно- та диацилгліцеролів, триацилгліцеролів, НЕЖК, етерифікованого холестеролу на фоні зниження вмісту фосфоліпідів і вільного холестеролу. У стільниках встановлено зниження рівня фосфоліпідів і НЕЖК на тлі зростання вмісту триацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу.

Згодовування з цукровим сиропом різної кількості цитратів Со і Ні у літньо-осінній період, відзначалося їхнім синергічним та антагоністичним впливом на рівень окремих мінеральних елементів у тканинах організму та продукції медоносних бджіл. Зокрема, встановлено вірогідні різниці нижчого вмісту Zn, Ni, Pb та Cd на тлі вищого вмісту Fe, Cu та Cr. Отримані результати свідчать про позитивні зміни фізико-хімічних показників і якості меду з підвищенням вмісту проліну у зразках обох дослідних груп, що підтверджує доцільність використання добавки цитратів Со і Ні з метою корекції процесів мінерального живлення медоносних бджіл та якості їх продукції.

Відзначено збільшення відносного вмісту фосфоліпідів, триацилгліцеролів та вільного холестеролу на тлі зменшення моно- і диацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу ($p < 0,01$) у тканинах бджіл дослідних груп, а також у стільниках — зменшення вмісту загальних ліпідів, моно- і диацилгліцеролів ($p < 0,01$), вільного холестеролу у II ($p < 0,01$), на тлі вищого рівня фосфоліпідів ($p < 0,05$) та НЕЖК і етерифікованого холестеролу ($p < 0,05; 0,001$).

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше науково обґрунтовано фізіолого-біохімічний вплив цитратів Со і Ні на організм бджіл, розроблено способи застосування цих сполук в підгодівлі медоносних бджіл для коригування ліпідного і мінерального обміну, інтенсивності яйцекладки бджолиних маток у весняний період, виявлено відмінності співвідношення фракцій ліпідів і вмісту мікроелементів у тканинах та

продукції у період весняної та літньо-осінньої підгодівлі. З'ясовано сезонні особливості метаболізму ліпідів і мікроелементів у тканинах організму бджіл, вмісту цих компонентів у їх продукції за умов використання у підгодівлі борошна сої та цитратів Со і Ні. Вперше визначено схему і дози додавання цитратів Со і Ні, отриманих методом нанотехнології, до цукрового сиропу як компонентів підгодівлі медоносних бджіл, доведено стимулюючий комплексний вплив на метаболізм ліпідів і окремих мікроелементів у тканинах організму, вміст цих речовин у продукції, інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками. Вперше експериментально встановлено фізіологічні відмінності дії компонентів мінерального та ліпідного живлення бджіл за умов літньо-осінньої підгодівлі цитратами Со і Ні, отриманих методом нанотехнології.

Практичне значення отриманих результатів. Стимулюючий вплив мінеральної добавки на основі цитратів Со і Ні на інтенсивність яйцекладки бджолиних маток і силу бджолої сім'ї використано для наукового обґрунтування пропозицій щодо вдосконалення компонентів підгодівлі медоносних бджіл. Застосування цитратів Со і Ні у живленні бджолиних сімей посилює метаболізм ліпідів і підвищує вміст окремих корисних мікроелементів у тканинах організму бджіл та їх продукції, життєздатність бджіл і репродуктивну функції бджолиних маток. Отримані результати використані для оптимізації компонентів підгодівлі медоносних бджіл і обґрунтування пропозицій виробництву з підвищення плодючості їх маток у весняний період.

Результати дисертаційних досліджень використані для обґрунтування способу підгодівлі бджіл та інтерпретації фізіологічних механізмів впливу Со і Ні, що викладено у методичних рекомендацій «Підгодівля бджіл і методи оцінки її ефективності».

Основні положення дисертаційної роботи використовуються в науковій і практичній роботі Національного наукового центру «Інститут

бджільництва імені П.І. Прокоповича», а також впроваджені у навчальний процес Національного університету біоресурсів і природокористування України, Харківської державної зооветеринарної академії, Сумського національного аграрного університету, Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету з дисциплін «Фізіологія тварин» у розділі «Фізіологія обміну речовин і травлення» та спеціалізації «Бджільництво».

Ключові слова: бджоли, мікроелементи, ліпіди, кобальт, нікель, нанотехнології, тканини, стільники, перга, мед, бджоломатки, яйцекладка.

SUMMARY

Pashchenko A. G. Trace elements and lipids of bee tissues and products at feeding Co and Ni citrates and soybean flour. — Manuscript.

Thesis for candidate's degree in veterinary sciences by specialty 03.00.13 - physiology of humans and animals — Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, 2019.

The dissertation is devoted to the study of the influence of Co and Ni citrates and soybean flour on the content of individual mineral elements and lipids in the organism tissues and products of honey bees, as well as the reproductive function of the bee queens in spring and summer-autumn periods; to finding out the stimulating effect of Co and Ni citrates on the viability of honey bees, seasonal characteristics of lipid and trace elements metabolism in the tissues of their organism and the content of these substances in products. The scheme of adding Co and Ni citrates obtained by the nanotechnological method to the sugar syrup as components of honey bees feeding has been determined and tested. The stimulating complex influence of these compounds on the lipid metabolism in the organism tissues, the content of these elements in the product and the intensity of egg laying by the bee queens was proved.

Application of complex and separate feeding with Co and Ni citrates with soybean flour and without it in the conditions of entomological gardens was

characterized by differences in the content of individual trace elements, common lipids, their classes in the tissues of the bees' organism. Feeding bees with Co (2 mg) and Ni (1 mg) citrates separately led to an increase in the content of Fe, Co, phospholipids, mono- and diacylglycerols in the tissues of bees against the background of Cu, Zn, triacylglycerols and free cholesterol decrease. Complex bee feeding with soy flour and Co (2 mg) and Ni (1 mg) citrates was characterized by a lower content of Fe, Cu, triacylglycerols in tissues of bees against the background of increasing the content of Co and Ni, phospholipids, mono- and diacylglycerols and esterified cholesterol in tissues of bees' organism.

Feeding bees with the addition of sugar syrup, soybean flour, and Co and Ni citrates in spring adjust the metabolism of mineral substances in the tissues of their organism and activates the synthesis of proline and enriching honey with it. The complex combination in bee feeding of Co and Ni citrates, soybean flour with sugar syrup was characterized by the non probable increase in the content of Co, Ni, Cu, Fe against the background of Zn decrease in their tissues as compared to the control group bees. A probable reduction in the content of Zn and Se in the wax of bees of all experimental groups was observed against the background of Fe, Ni ($p < 0.001$) increase.

Feeding honey bees in spring period with sugar syrup with soybean flour and Co and Ni citrates resulted in a significantly higher content of total lipids and change in the correlation of their individual classes in the homogenate of all experimental groups bees' organism tissues but more pronounced biological effects of supplements were noted in III and IV in groups at feeding Co (2 mg) and Ni (1 mg) citrates with sugar syrup and soybean flour. In bees' tissues lipids of the experimental groups lower relative content of phospholipids, mono- and diacylglycerols, but higher of esterified and free cholesterol, as well as triacylglycerols was established.

Separate addition of Co and Ni to the feeding components stimulated the increase in the content of most saturated fatty acids except for $C_{18:0}$ and $C_{20:0}$ in the

lipids of their organisms' tissues, but combined application of these compounds did not enhance their physiological effect on the saturated fatty acids level in the lipid tissues. The content of unsaturated fatty acids in the tissues lipids of the experimental groups bees showed an inverse relationship with the degree of saturation and their level in the lipids.

The application of Co and Ni citrates in the spring period led to a decrease in the content of Zn, Co (II and V), Cu, Mg (V), Se (IV) in the tissues of the bees' organism ($p < 0.001$ and $p < 0.01$) and the increase of Fe, Mg (II), Mn (IV), which confirms the phenomenon of antagonism and synergism between these minerals. A probable increase in the content of Mg, Zn, Fe, Cu, Co and Ni in bee cells was established, with the highest indices of these mineral substances in the group receiving Ni citrate at a dose of 1.0 mg/0.3L/week/family against the background of a decrease in the content of Se ($p < 0.001$ and $p < 0.01$). The biological effect of the Co and Ni citrates in bees was characterized by improved nutritional value of honey and its preservation with increased proline content and concentration of hydrogen ions.

It was established that the introduction of Co and Ni citrates into the syrup of spring feeding caused an increase in the intensity of bee queens oviposition in the experimental groups. Characteristically, the largest increase in the oviposition intensity was noted in the bee queens, which were separately fed Co and Ni citrates with sugar syrup. Comprehensive application of Co and Ni citrates with sugar syrup during spring feeding of honey bees is characterized by a less stimulating effect on the eggs laying intensity by bee queens compared to their separate application.

Feeding honey bees with sugar syrup with the addition of Co and Ni citrates had a corrective effect on the distribution and transformation of lipids in the organism and the production of bees. In the tissues of honey bees' organism of the experimental groups the relative content of phospholipids, triacylglycerols increased against the background of esterified cholesterol decrease. In the

ambrosia, a significant increase in the content of total lipids, mono- and diacylglycerols, triacylglycerols, esterified cholesterol was observed against the background of a decrease in the content of phospholipids and free cholesterol. In cells, a decrease in phospholipids level against the background of the increase of triacylglycerols and esterified cholesterol content was established.

Feeding with sugar syrup of varying amounts of Co and Ni citrates during the summer-autumn period was noted for their synergistic and antagonistic effects on the level of individual mineral elements in honey bees' organism tissues and production. In particular, the differences between the lower contents of Zn, Ni, Pb and Cd were established on the background of higher content of Fe, Cu and Co ($p < 0.05$; 0.001). The obtained results indicate positive changes in the physicochemical parameters and the quality of honey with an increase of proline content in samples of both experimental groups, which confirms the feasibility of using Co and Ni citrate additive to correct the processes of mineral nutrition of honey bees and the quality of their products.

An increase in the relative content of phospholipids, triacylglycerols and free cholesterol was observed against the background of reduction of mono- and diacylglycerols and etherified cholesterol ($p < 0.01$) in the tissues of the experimental groups bees, and also reduction of the total lipids, mono- and diacylglycerols ($p < 0.01$), free cholesterol in II ($p < 0.01$) in the cells against the background of higher levels of phospholipids ($p < 0.05$) and esterified cholesterol ($p < 0.05$; 0.001).

Scientific novelty of the results. For the first time, the physiological and biochemical influence of Co and Ni citrates on the bees' organism was scientifically substantiated, methods of using these compounds in feeding honey bees to correct lipid and mineral metabolism, intensity of bees' oviposition in the spring period were elaborated, the differences of lipid fractions correlation and the content of trace elements in tissues and products during the spring and summer-autumn feeding was revealed. The seasonal features of the lipids and trace

elements metabolism in the organism tissues of bees, the content of these components in their products under the conditions of using soybean flour and Co and Ni citrates were determined. For the first time, the scheme and doses of addition of Co and Ni citrates obtained by the method of nanobiotechnology, to the sugar syrup as components of feeding honey bees were determined. Stimulating complex influence on the metabolism of lipids and individual trace elements in the organism tissues, the content of these substances in products, the intensity of laying eggs by the bee queens was proven. For the first time, physiological differences in the action of the components of the mineral and lipid bee feeding under the conditions of summer and autumn coagulation with Co and Ni citrates, obtained by the method of nanobiotechnology, were experimentally established.

The practical value of the results obtained. The stimulating effect of the mineral supplement on the basis of Co and Ni citrates on the intensity of the bee queen's oviposition and bee family strength is used for the scientific substantiation of proposals for the improvement of the honey bees' feeding components. Application of Co and Ni citrates in the diet of bee families enhances lipid metabolism and increases the content of certain beneficial trace elements in the organism tissues of bees and their products, the viability and the reproductive function of bees. The obtained results are used for optimization of honey bees' fodder components and the substantiation of proposals for production to increase the fertility of their bee queens in spring.

The results of the dissertation research were used to substantiate the method of feeding bees and to interpret the physiological mechanisms of the influence of Co and Ni, as outlined in the methodical recommendations "Feeding bees and methods for evaluating its effectiveness".

The main provisions of the dissertation work are used in the scientific and practical work of the National Science Center «P. I. Prokopovych Institute of Beekeepers», and also implemented in the educational process of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, the Kharkiv State

Animal Veterinary Academy, Sumy National Agrarian University, Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University on disciplines "Animal Physiology", "Physiology of metabolism and digestion" and specialization "Beekeeping".

Key words: bees, trace elements, lipids, cobalt, nickel, nanotechnology, tissues, honeycombs, ambrosia, honey, oviposition.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
Статті у фахових виданнях України:, що входять до міжнародних
наукометричних баз даних:

1. **Пащенко А.Г.**, Романів Л.І., Федорук Р.С., Ковальчук І.І. 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, Львів, 2016; 18, 4 (72), 51-55. (Здобувачка провела визначення вмісту мікроелементів у зразках, проаналізувала та узагальнила результати, взяла участь у написанні статті).*
2. Ковальчук І.І., Двилюк І.І., **Пащенко А.Г.** Вміст мінеральних елементів у меді та його біологічна цінність за умов згодовування бджолам цитратів Со, Ні, Аg, і Сu. *Вісник аграрної науки, Київ, 2018; 8, 38-43 (Здобувачка виконала дослідження мікроелементного складу меду, взяла участь у аналізі результатів, написанні статті).*
3. Романів Л.І., Ковальчук І.І., Федорук Р.С., **Пащенко А.Г.** Уміст ліпідів у тканинах організму медоносних бджіл за згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів Со та Ні. *Біологія тварин, Львів, 2018: 20, №3, 84-92. (Здобувачка проаналізувала та узагальнила літературні джерела, брала участь у написанні та оформленні статті).*
4. **Пащенко А. Г.**, Ковальчук І. І., Федорук Р. С. Мінеральний склад тканин організму і стільників медоносних бджіл за умов підгодівлі соєвим

борошном і цитратами кобальту і нікелю. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Львів, 2019; 20(19): 60-64. (Здобувачка провела дослідження вмісту мікроелементів, узагальнила отримані дані, написала та підготувала статтю до друку).*

Статті у фахових виданнях:

5. Федорук Р. С., Пащенко А. Г., Романів Л. І., Ковальська Л. М. Ліпіди тканин бджіл і біологічна цінність меду за внесення до цукрового сиропу борошна сої і цитратів Со та Ні у весняний період. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин НААН та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок, Львів, 2015; 16, (2), 55 – 61. (Здобувач спільно зі співавторами провела дослідження та узагальнила результати, взяла участь у написанні статті).*

6. Пащенко А.Г. Уміст загальних ліпідів і жирних кислот у тканинах медоносних бджіл у період весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин НААН, Львів, 2016; 17 (2), 48-54.*

7. Пащенко А.Г., Каплуненко В.Г., Ковальчук І.І., Романів Л.І. (2017) Вплив цитратів Со і Ні на ліпідний склад тканин організму бджіл та стільників за умови їхнього введення до підгодівлі у літньо-осінній період. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин НААН, Львів, 2017; 18, №2, 38-42 (Здобувачка проаналізувала та узагальнила літературні джерела, взяла участь в аналізі даних, написанні та оформленні статті).*

8. Пащенко А.Г., Ковальчук І.І., Романів Л.І. Вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їх класів у тканинах організму та продукції медоносних бджіл за умов підгодівлі цитратами кобальту та нікелю. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету, Житомир, 2017; 3, 2(63), 143-148. (Здобувачка проаналізувала та узагальнила отримані*

дані, спільно зі співавторами написала та підготувала статтю до друку).

9. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І. Мінеральний склад тканин медоносних бджіл та їх продукції за умови згодовування цукрового сиропу з цитратами Со і Ні у весняний період. *Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії, Харків, 2017; 34 (2), 88-93. (Здобувачка провела дослідження вмісту мікроелементів у тканинах і продукції бджіл, проаналізувала отримані дані, підготувала статтю до друку).*

Методичні рекомендації:

10. Федорук Р.С., Ковальчук І.І., Романів Л.І., **Пащенко А.Г.**, Двилюк І.І., Кикіш І.Б. Підгодівля бджіл і методи оцінки її ефективності. *Методичні рекомендації, 2016; 31. (Здобувачка брала участь в аналізі даних, написанні та оформленні методичних рекомендацій).*

Тези наукових доповідей і статті апробаційного характеру:

11. Федорук Р. С., Романів Л. І., **Пащенко А. Г.** Уміст загальних ліпідів і співвідношення їхніх класів у тканинах бджіл у період згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів Со та Ні. *Біологія тварин., Львів, 2015; 17 (3), 213. (Здобувачка проаналізувала та узагальнила літературні джерела, взяла участь в аналізі даних, написанні та оформленні тез).*

12. **Пащенко А.Г.**, Федорук Р.С., Ковальчук І.І., Ковальська Л.М. Мінеральні елементи тканин і стільників медоносних бджіл у період весняної підгодівлі борошном з бобів сої та цитратами Со і Ні. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин», Львів, 2016; 39 (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень вмісту мікроелементів, проаналізувала та отримані дані та підготувала тези до друку).*

13. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Кикіш І.Б., Романів Л.І. Вміст мінеральних елементів у тканинах і продукції бджіл у період весняної підгодівлі цукровим сиропом і цитратом Со. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин», Львів, 2016; 40*

(Здобувачка виконала експериментальну частину дослідження та взяла участь у написанні тез).

14. Федорук Р. С., **Пащенко А. Г.**, Ковальчук И. И., Романів Л. И. Интенсивность откладывания яиц пчелиными матками в весенний период при скармливании их семьям цитратов Со и Ni с сахарным сиропом. *Collection of works of scientific symposium with international participation „Zootechnical science – an important factor for the european type of the agriculture”*, Moldova, Maximovca, 2016; 774-779. (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень, узагальненні отриманих даних та написанні статті)

15. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Романів Л.І. Вміст ліпідів у тканинах та продукції бджіл за умов підгодівлі у весняний період цитратами Со та Ні. *Біологія тварин, Львів, 2016; 18(4), 174.* (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень ліпідного складу тканин та продукції бджіл і написанні тез)

16. Романів Л.І., **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І. Вміст ліпідів у тканинах організму бджіл і стільниках за умов згодовування цукрового сиропу і цитратів Со та Ні. *Біологія тварин, Львів, 2016; 18(4), 180* (Здобувачка провела експериментальні дослідження, проаналізувала та узагальнила результати, брала участь у написанні тез).

17. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Романів Л.І. Уміст ліпідів у тканинах організму медоносних бджіл за згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів Со та Ні в умовах термостату. *Біологія тварин, Львів, 2017; 19, № 4, 140.* (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень ліпідного складу тканин та продукції бджіл, узагальнила отримані дані та підготувала тези до друку).

18. Kovalchuk I.I., Kaplunenko V.G. , **Pashchenko A.G.**, Dvylyuk I.I., Kykish I.B. 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 (Здобувачка провела аналіз експериментальних даних й узагальнила результати, написала тези).

19. Kaplunenko V.H., Fedoruk R.S., Kovalchuk I.I., **Pashchenko A.H.**, Romaniv L.I., Dvyliuk I.I., Kykish I.B. Biologic action of citrates of the microelements in melliferous bees in different periods of their lives. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 41S1, 2017, 64* (Здобувачка проаналізувала й узагальнила результати досліджень, написала тези).

20. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І. Синергическое и антагонистическое действие цитратов кобальта и никеля на содержание микроэлементов в тканях организма пчел. *Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию РУП «Институт экспериментальной ветеринарии имени С.Н. Вышесесского», 2017; 324-329* (Здобувачка проаналізувала результати досліджень і взяла участь у написанні статті).

21. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Романів Л.І. Вплив згодовування борошна сої та цитратів Со і Ні на ліпідний склад тканин організму медоносних бджіл. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин», присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України. Чернігів, 2018; 69-70.* (Здобувач провела дослідження ліпідного складу тканин бджіл, проаналізувала результати, взяла участь у написанні тез).

22. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Романів Л.І. Мінеральний склад продукції бджільництва за умов згодовування борошна сої та цитратів кобальту і нікелю медоносним бджолам. *Біологія тварин, Львів, 2018; 20, 3, 150.* (Здобувачка провела визначення мікроелементів у продукції бджіл, проаналізувала результати, взяла участь у написанні тез).

23. **Пащенко А.Г.** Федорук Р.С., Ковальчук І.І. Мінеральні елементи тканин організму та продукції бджіл за умов літньо-осінньої підгодівлі цитратами Со і Ні. *Збірник матеріалів III Міжнародного форуму «Медова осінь на Львівщині. Прикордонні зустрічі». Львів, 2018; 28.* (Здобувачка

провела дослідження вмісту мікроелементів у тканинах і продукції бджіл, спільно зі співавторами написала та підготувала тези до друку).

24. **Pashchenko A.** Innovative methods of preservations of the bees health based on Cobalt and Nickel nanocitrate. *III Lodzka Miedzynarodowa Konfenrecija Pszczelarska “ Pszczelarstwo Europejskie — Kluczowe Aspekt Nowoczesnej Gospodarki Pasiecznej”, Tyszyn 15-1 listopada 2018, 85-86*

ЗМІСТ

АНОТАЦІЇ	2
ЗМІСТ	18
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ	20
ВСТУП	21
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	27
1.1. Фізіологічні основи живлення бджіл і його особливості у весняний та осінній періоди.	27
1.2. Мінеральне живлення медоносних бджіл.	34
1.2.1. Роль Со і Ні у життєдіяльності медоносних бджіл.	35
1.3. Ліпіди корму як фактори повноцінного розвитку бджолиних сімей у весняний, літній і осінній періоди.	39
1.4. Розмноження медоносних бджіл за різних умов утримання.	45
1.5. Фізіологічна дія природних і штучних компонентів живлення медоносних бджіл.	47
1.6. Стимулююча підгодівля медоносних бджіл.	50
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	54
2.1. Загальна методика та схема проведення дослідження	54
2.2. Основні методи досліджень.	58
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	65
3.1. Вміст окремих мікроелементів у тканинах бджіл за підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні в умовах ентомологічних садків.	65
3.2. Ліпідний обмін у тканинах організму бджіл за підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні в умовах ентомологічних садків	70

3.3 Мінеральний обмін у тканинах організму та продукції бджіл за весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні	75
3.4. Вміст загальних ліпідів і жирних кислот у тканинах бджіл та їх продукції за весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні	83
3.5. Мінеральний склад тканин організму та продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні у весняний період	91
3.6. Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток за весняної підгодівлі цитратами Со і Ні	99
3.7. Особливості розподілу ліпідних компонентів у тканинах організму та продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні у весняний період.	104
3.8. Мінеральні елементи тканин організму та продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні літньо-осінній період	109
3.9. Особливості метаболізму ліпідів у тканинах організму та вміст їх у продукції бджіл за умов підгодівлі цитратами Со та Ні у літньо-осінній період	114
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	118
ВИСНОВКИ	141
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	144
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	145
ДОДАТКИ	186

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БС – борошно сої

ЦС – цукровий сироп

ЗЛ – загальні ліпіди

ФЛ – фосфоліпіди

МДАГ – моноацилгліцероли

ВХ – вільний холестерол

НЕЖК – неетерифіковані жирні кислоти

ТАГ – триацилгліцероли

ЕХ – етерифікований холестерол

ЖК – жирні кислоти

МЕ – мікроелементи

ВСТУП

Актуальність теми. Живлення бджіл є важливим фізіологічним процесом, який забезпечує їх організм необхідними для росту, розвитку і здійснення фізіологічних функцій, поживними речовинами, вітамінами, мінеральними елементами. Основними складовими живлення бджолої сім'ї, що визначають її життєдіяльність є ліпіди, повноцінний кормовий протеїн і мікроелементи. Розвиток бджолої сім'ї залежить від біотичних і абіотичних факторів, серед яких виділяють: погодні умови, якість бджолої матки і корму [103, 110, 124, 313, 399, 408].

Дефіцит вуглеводного корму можна поповнити, згодуючи бджолам цукровий сироп, проте нестачу ліпідів, білків, вітамінів і мікроелементів компенсують введенням до підгодівлі спеціальних добавок [37, 40, 71, 164, 179, 304]. До теперішнього часу запропоновано велику кількість різноманітних препаратів, що містять такі компоненти [394, 410]. Встановлено, що додавання до корму бджіл сполук окремих елементів органічного та неорганічного походження, як стимуляторів метаболізму впливає на корекцію фізіолого-біохімічних процесів й значно активує життєві процеси, репродуктивну здатність та резистентність медоносних бджіл. До таких мінеральних компонентів відносяться Co, Zn, Mn, Cr, Ni, Se і Ge. Питання живлення медоносних бджіл вивчали в роботах багатьох дослідників [106, 113, 123, 134, 395].

Однак, досі залишається недостатньо вивченою не тільки кількість, але й якість окремих компонентів живлення медоносних бджіл, зокрема мінеральних елементів, які традиційно застосовались у формі неорганічних солей. Ці сполуки відрізняються високим рівнем токсичності та мають негативний вплив на тривалість життя медоносних бджіл [91, 151, 152]. Альтернативним напрямком у вирішенні проблеми збагачення кормів для бджіл есенціальними біметалами є використання їх у біодоступній формі, в

якій вони присутні в організмі – у формі карбоксилатів харчових кислот і, насамперед, у вигляді цитратів, які потрапляючи в клітину, безпосередньо беруть участь в головному енергетичному обмінному циклі – циклі Кребса [27, 28, 29, 407].

Отже, вивчення метаболізму мікроелементів і ліпідів в організмі медоносних бджіл за умов введення до компонентів підгодівлі цитратів мікроелементів є актуальним і дає змогу покращити їх живлення в критичні періоди життєдіяльності, вдосконалити склад і схему весняної та літньо-осінньої підгодівлі медоносних бджіл.

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 завданням: 29.00.01.06. Ф «Вивчити біохімічні особливості тканин бджіл та біологічну цінність їх продукції залежно від агроекологічних умов утримання» (№ держреєстрації: 011U006161). Здобувач досліджувала вміст мікроелементів і ліпідів у тканинах та продукції медоносних бджіл.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження — з'ясувати вплив цитратів Со і Ні та борошна сої на метаболізм окремих мікроелементів і ліпідів в організмі, вміст у продукції медоносних бджіл та удосконалити способи їх підгодівлі у весняний та літньо-осінній періоди.

Для реалізації мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити вміст окремих мікроелементів, загальних ліпідів та їх класів, у тканинах організму бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні з борошном сої та без нього в умовах утримання у ентомологічних садках;
- дослідити вміст окремих мікроелементів у тканинах організму бджіл, стільниках, перзі, меді за умов весняної підгодівлі цитратами Со і Ні;

- визначити вміст окремих мікроелементів у тканинах організму бджіл, стільниках, перзі, меді за умов літньо-осінньої підгодівлі цитратами Со і Ні;
- дослідити інтенсивність яйцекладки бджолиних маток за умов весняної підгодівлі цитратами Со і Ні;
- вивчити вміст загальних ліпідів, їхніх окремих класів та насичених і ненасичених жирних кислот у тканинах організму бджіл за умов весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні;
- визначити вміст загальних ліпідів і їхніх класів у тканинах організму бджіл, стільниках, перзі за умов весняної та літньо-осінньої підгодівлі цитратами Со і Ні;
- удосконалити способи підгодівлі медоносних бджіл у весняний період;
- з'ясувати вплив підгодівлі цитратами Со і Ні на продуктивність бджолиних сімей.

Об'єкт дослідження — мінеральне і ліпідне живлення організму та якість продукції бджіл, репродуктивна здатність бджолиних маток за підгодівлі цитратами Со і Ні.

Предмет дослідження — особливості впливу цитратів Со і Ні на вміст мікроелементів, загальних ліпідів та їх окремих класів у тканинах організму медоносних бджіл та зміни якості їх продукції.

Методи дослідження — фізіологічні, біохімічні (спектрофотометричний, газохроматографічний), фізико-хімічні, статистичні (середні величини та їх відхилення, вірогідність міжгрупової різниці).

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше науково обґрунтовано фізіолого-біохімічний вплив цитратів Со і Ні на організм бджіл, розроблено способи застосування цих сполук в підгодівлі медоносних бджіл для коригування ліпідного і мінерального обміну, інтенсивності

яйцекладки бджолиних маток у весняний період, виявлено відмінності співвідношення фракцій ліпідів і вмісту мікроелементів у тканинах та продукції у період весняної та літньо-осінньої підгодівлі. Встановлено сезонні особливості метаболізму ліпідів і мікроелементів у тканинах організму бджіл, вмісту цих компонентів у їх продукції за умов використання у підгодівлі борошна сої та цитратів Со і Ні. Вперше визначено схему і дози додавання цитратів Со і Ні, отриманих методом нанотехнології, до цукрового сиропу як компонентів підгодівлі медоносних бджіл, доведено стимульвальний комплексний вплив на метаболізм ліпідів і окремих мікроелементів у тканинах організму, вміст цих речовин у продукції, інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками. Вперше експериментально встановлено фізіологічні відмінності дії компонентів мінерального та ліпідного живлення бджіл за умов літньо-осінньої підгодівлі цитратами Со і Ні, отриманих методом нанобіотехнології.

Практичне значення отриманих результатів. Стимульвальний вплив мінеральної добавки на основі цитратів Со і Ні на інтенсивність яйцекладки бджолиних маток і силу бджолої сім'ї використано для наукового обґрунтування пропозицій щодо вдосконалення компонентів підгодівлі медоносних бджіл. Застосування цитратів Со і Ні у живленні бджолиних сімей посилює метаболізм ліпідів і підвищує вміст окремих корисних мікроелементів у тканинах організму бджіл та їх у продукції, життєздатність бджіл і репродуктивну функції бджолиних маток. Отримані результати використані для оптимізації компонентів підгодівлі медоносних бджіл і обґрунтування пропозицій підвищення плодючості їх маток у весняний період.

Результати дисертаційних досліджень використані для обґрунтування способу підгодівлі бджіл та інтерпретації фізіологічних механізмів впливу Со і Ні, що викладено у публікації методичних рекомендаціях «Підгодівля бджіл і методи оцінки її ефективності».

Основні положення дисертаційної роботи використовуються в науковій і практичній роботі Національного наукового центру «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», а також впроваджені у навчальний процес Національного університету біоресурсів і природокористування України, Харківської державної зооветеринарної академії, Сумського національного аграрного університету, Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету 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 за темою дисертації здійснено здобувачем особисто. Складання плану роботи, постановка мети та завдань, обговорення результатів проведено спільно з науковим керівником. Здобувачка освоїла методичні підходи до розв'язання поставлених завдань та необхідні методи досліджень, виконала експериментальну частину роботи, здійснила аналіз і статистичне опрацювання отриманих результатів, їх публікацію у співавторстві, підготувала до захисту дисертаційну роботу.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи оприлюднені на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема: «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини» (м.Львів, 2014, 2015, 2016, 2017); «Актуальні проблеми сучасної біології, тваринництва та ветеринарної медицини» (м.Львів, 2015, 2016, 2017); Collection of works of scientific symposium with international participation «Zootechnical science – an important factor for the european type of the agriculture» (Maximovca, 2016); «Актуальні проблеми фізіології тварин» (м. Одеса, 2016, м.Харків, 2017, м.Чернігів, 2018); «Ветеринарні препарати: розробка, контроль якості та застосування» (м.Львів, 2017); «Еколого-регіональні проблеми ветеринарної медицини в забезпеченні здоров'я тварин» (м.Житомир, 2017); «Сучасне бджільництво 2017» (м. Мелітополь,

2017); Joint Annual Meeting of the German Society for Minerals and Trace Elements (GMS) with Zinc-UK (Aachen, Germany, 2017); V Міжнародна агропромислова виставка та форум розвитку фермерства AGROPORT WEST LVIV (м.Львів, 2017); семінар «Нанобіотехнології: досягнення та перспективи досліджень» (м.Львів, 2017); виставка-ярмарка «Медовий форум «Україна медова і світ» (м.Київ, 2017); круглий стіл з міжнародною участю «Перспективи створення інноваційних засобів для підвищення життєздатності медоносних бджіл» (м.Київ, 2017); III Міжнародний форум «Медова осінь на Львівщині. Прикордонні зустрічі» (Львів, 2018); III Lodzka Miedzynarodowa Konferencja Pszczelarska «Pszczelarstwo Europejskie — Kluczowe Aspekt Nowoczesnej Gospodarki Pasiecznej» (Tuszyn, 2018).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи та отримані результати досліджень висвітлені в повному обсязі у 24 публікаціях, у т.ч. 9 статей — у фахових наукових виданнях, із яких 4 включені до міжнародних наукометричних баз даних, 1 методичних рекомендаціях, а також 14 тезах, у т.ч. 5 — у матеріалах зарубіжних наукових конференцій.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота викладена на 200 сторінках комп'ютерного тексту, з яких 144 займає основна частина, сформована зі вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів власних досліджень і узагальнення одержаних результатів, висновків, пропозиції виробництву, списку використаних джерел, який налічує 415 найменування, із них 125 латиницею та 9 додатків. Робота містить 25 таблиць і 1 рисунок.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Фізіологічні основи живлення бджіл і його особливості у весняний та осінній періоди

В умовах сучасного аграрного виробництва бджільництво відіграє важливу роль, оскільки несе в собі господарське значення як ефективний засіб для збільшення врожаїв сільськогосподарських культур. Медоносна бджола є найціннішим видом комах завдяки своїй здатності здійснювати близько 90% запилювальних робіт [245, 249].

Одна з основних особливостей суспільного способу життя медоносних бджіл полягає у спільній та систематичній заготівлі корму. Запаси корму у гнізді значною мірою визначають життєві процеси бджолиної сім'ї [273, 274, 287]. Цілісність взаємозв'язків біологічної системи залежить від двох основних факторів – максимального нагромадження корму за період цвітіння медоносів і найбільш економна витрата зібраних запасів у період відсутності їх у природі. Під дією цих факторів формуються основні особливості життєдіяльності бджолиної сім'ї [142, 240].

Сім'я медоносної бджоли живиться рослинною їжею. Робочі особини під час цвітіння рослин збирають нектар і переробляють його на мед, а також квітковий пилок, з якого готується перга. Якщо нектару немає, бджоли-збирачки знаходять і можуть приносити інші рослинні продукти: падь, сік зрілих плодів і ягід. За потреби бджіл підгодовують буряковим або тростинним цукром у вигляді сиропу чи тіста. Проте ці замітники вуглеводного корму є тимчасовими, оскільки відомо, що падевий мед може завдати значної шкоди медоносним бджолам, особливо в період зимівлі [135, 142, 144].

Встановлено, що живлення бджолої сім'ї змінюється протягом року залежно від умов медозбору та клімату. Найбільше корму витрачається в літні місяці, коли у вулику багато розплоду та виконується інтенсивне збирання корму. Взимку сім'я живиться майже виключно медом. Зимовий період характеризується послабленням життєвих процесів в організмі бджіл: споживання корму, дихання, обміну речовин. Вони стають малорухливими, але не впадають у сплячку [66, 67, 76, 77, 78]. Ущільнена маса їх створює своєрідне середовище, яке дуже відрізняється від умов життя літнього періоду, це так званий бджолиний клуб. Зовнішні контури його нагадують форму еліпса. Верхнім краєм він розміщується на медовій частині стільників, звідки бджоли беруть необхідну кількість корму [52, 84, 348]. Перед цим вони розпечатують комірочки, розгризаючи воскові кришечки. Вбираючи вологу з повітря у вулику, мед містить не тільки поживні речовини, а й достатню для сім'ї кількість води. Якщо в зимівнику сухо (відносна вологість повітря менша за 70 %), бджоли відчувають спрагу і поведуться неспокійно [69, 72, 77, 412].

Клуб являє собою ущільнену масу бджіл, які тісно розміщені у відповідній частині вуличок і в комірках стільників. Всередині його добре утримується тепле повітря, яке збагачується вуглекислим газом. Зміна газового режиму сповільнює окислювальні процеси в організмі [177, 246]. За цих умов зменшуються витрати кормових запасів, зберігається енергія і функціональна діяльність органів і систем на весняний період, що важливо для нормального розвитку сім'ї після зимівлі. Всередині клубу бджоли активніші. Біля матки вони створюють тепло, підтримуючи температуру в межах 14-27°C [92]. У зв'язку з неоднаковим функціональним навантаженням бджоли міняються місцями. Деякі з них періодично виділяють молочко, щоб постійно годувати ним матку. Клуб поступово рухається вздовж вуличок і поперек стільників за запасами корму [180, 275, 406]. Проте бджоли не можуть перейти через порожній стільник до меду, і якщо так трапляється в

гнізді, вони гинуть з голоду. Тому на зиму у вуликах залишають стільники, які містять не менш ніж 2 кг меду [133, 176].

Взимку, як уже зазначалося, неперетравлені рештки нагромаджуються у товстій кишці бджіл, загальна кількість яких може досягати до 45 мг, що становить половину маси бджоли [276]. Бджоли північних широт пристосовані до перезимівлі найкраще. Вони утворюють щільний клуб, де більше збирається вуглекислого газу, споживають найменше корму на одиницю маси сім'ї, сильніше обробляють каталазою залишки корму в товстій кишці. Чим глибший спокій, тим менше зношується організм і більш життєздатною залишається сім'я на весну [93, 95, 96, 277].

Значення меду як корму полягає насамперед у тому, що він містить великий запас енергії і використовується: для вироблення тепла, чим регулюється режим температури в гнізді; на механічну енергію м'язів бджіл, за рахунок якої відбувається льотна та інші види робіт; при будівництві стільників з воску, який виробляється в клітинах спеціальних залоз у результаті складних біохімічних процесів, і на формування організму, що розвивається з невеличкого яйця [155, 198, 245].

Корм споживають дорослі особини сім'ї та розплід у стадії личинки. Дорослі особини робочих бджіл споживають також мед і пилок, причому пилок вони можуть деякий час не споживати, а мед потрібний їм постійно. Квітковий пилок рослин медоносів та пилконосів є основним екзогенним джерелом надходження повноцінних протеїнів, ліпідів, мікро – та макроелементів, вітамінів для живлення бджіл. Пилок в суміші з медом (перга) бджолиним сім'ям потрібен для вигодовування робочих бджіл, вирощування маток, а також трутнів на личинковій стадії розвитку їхнього організму [107, 124, 136, 163, 336].

Личинки, що розвиваються у робочих бджіл і трутнів, у перші три доби після виходу з яйця споживають спеціальний корм у вигляді маточного молочка, яке продукується гіпофарингіальними та верхньощелеповими

залозами фізіологічно активних молодих бджіл не старше 12-15 добового віку [228, 229]. Личинки робочої бджоли, матки і трутнів забезпечуються неоднаковою кількістю корму, який відрізняється за біохімічним складом. У кормі 1-2 добових личинок робочих бджіл ліпіди становлять 1,7-2,6 %, маток – 4,7 %, а трутнів – 0,7 %. За досягнення ними 3-5 добового віку у личинок трутнів масова частка споживання ліпідів знижується в 1,2 раза, у робочих бджіл – в 2,5, тоді як у бджолиних маток приблизно настільки ж зростає [30, 139]. Цей високопоживний біологічно активний корм годувальниці дають їй весь час незалежно від пори року. Протягом кількох діб після виходу з маточника та при транспортуванні в спеціальних кліточках матка може жити за рахунок меду або кормового тіста, приготованого з цукру та меду. У період весняного розвитку, коли змінюється склад сім'ї, велике значення має створення умов, за яких бджоли, що перезимували, прожили б довше і принесли більше користі [196]. Так, при споживанні меду їхній організм менше зношується, ніж при споживанні цукрового сиропу. Забезпечення пергою і вуглеводистим кормом зменшує виліт бджіл ранньою весною у прохолодну погоду. Медоносні бджоли під час цвітіння нектароносних рослин збирають нектар і переробляють його на мед шляхом виділення окремих ензимів слинних залоз, зокрема інвертази, яка розщеплює сахарозу на більш прості – глюкозу та фруктозу. Встановлено, що при споживанні бджолами лише меду вони не будують стільників, а у випадку використання на корм пилку рослин від сім'ї бджіл можна одержати і віск [31, 33]. Прості цукри всмоктуються клітинами епітелію відразу, а сахароза спочатку обробляється ензимом інвертазою, а потім розщеплюється на глюкозу і фруктозу. Неперетравлена частина цукрів зовсім незначна. Так, з квіткового меду в товстій кишці залишається 1,84—1,98 % речовин, цукрового корму — до 0,64, меду з домішкою паді — до 2,5 % і більше [199, 353].

Основну кількість енергії протягом більшої частини року сім'я витрачає на підтримання температури в межах 34— 35 °С, а також на льотну роботу.

Через це в практиці бджільництва важливо створювати такі умови за яких ці витрати можна скоротити. Це, зокрема, утримання сильних сімей у доброякісних вуликах, захист гнізда від вітру й холоду при знижених температурах, а влітку — від спеки, розміщення пасіки ближче до медоносів. За умов перегрівання гнізд бджоли змушені переключатись на вентилявання вуликів та принесення води. В добре провітрюваних вуликах під час медозбору зменшуються витрати енергії на переробку нектару в мед [147]. Частина енергетичного корму потрібна для здійснення різних фізіологічних процесів у організмі (дихання і обмін речовин, функціонування органів і систем, м'язова активність, вироблення воску, молочка, ензимів, обмін в клітинах, розвиток різних органів та збільшення маси молодого організму) [146].

Одним з важливих пристосувань живлення бджіл є заготівля запасів вуглеводного корму, який може зберігатись не тільки до медозбору наступного сезону, а й довше. Для цього значно змінюється склад зібраного нектару, зменшується вміст води до 21 % і нижче. Вироблений мед не псується, практично залишаючись незмінним, і, як правило, не кристалізується в запечатаних комірках. Високим вмістом сухої речовини (80—83 %) пояснюється велика енергонасиченість заготовленого корму. Тому, в окремі місяці зимівлі сім'я обмежується споживанням 0,9—1,2 кг меду, а його запас (18—22 кг) витрачається протягом півроку і більше. За норму річної потреби меду для сім'ї з ресурсів кормової бази беруть для розрахунків близько 85 кг. Бджоли самі регулюють його споживання і витрачають економно, чим відрізняються від інших сільськогосподарських тварин, яких годують за добовими раціонами [21, 22, 161].

Відомо, що протеїни — група речовин (протеїни й амід) що містять азот, забезпечуючи обмінні процеси живих організмів, в тому числі й медоносних бджіл. Під дією ензиму протеази в середній кишці протеїни розщеплюються до амінокислот, а потім до простіших сполук — аміногруп.

Завдяки біохімічним реакціям через аміногрупи здійснюється перетворення одних амінокислот в інші. Чим різноманітніший амінокислотний склад протеїнового корму, тим повноціннішим є живлення організму. Основне джерело протеїну для бджіл — квітковий пилок, де вміст його залежно від виду рослин перебуває в межах 16—42 % [149, 150]. У меду його в середньому 0,5 %. Прості речовини, що утворюються при перетравленні пилку, всмоктуються клітинами епітелію середньої кишки, а потім гемолімфою розносяться до різних органів. У бджіл амінокислоти задовольняють потребу власного організму, а також через залози у вигляді молочка витрачають для годівлі розплоду (личинок) і матки [9, 19, 64, 81, 87, 272].

Протеїновий корм значно впливає на окремі функції особин та життєдіяльність і продуктивність бджолиної сім'ї. Так, у молодих бджіл у результаті посиленого споживання перги протягом перших днів життя значно збільшується запас протеїнів в тілі, стають розвиненими підглоткові залози та інші органи, чим забезпечується здатність виконувати різні роботи залежно від віку та умов життя. Бджоли старшого віку витрачають протеїн для поновлення тканин новими клітинами та обмінних процесів. Резерв амінокислот створюється переважно в жировому тілі. Особливо збільшується він у бджіл, що виводяться наприкінці літа й готуються до зими. Вирощені на бідних запасах перги і виснажені восени (наприклад, переробкою сиропу, кліщовою хворобою) бджоли стають фізіологічно неповноцінними й живуть недовго [17, 80, 354, 393].

Вигодування розплоду потребує найбільшої кількості протеїнового корму. На вирощування 1 кг бджіл (близько 10 тис. особин) сім'я витрачає до 1,5 кг перги. Характерно, коли матка відкладає щодоби по 2 тис. яєць, бджоли приносять 300 г обніжжя. За кожні 10 днів інтенсивного росту сім'я споживає три рамки перги, тобто близько 3 кг. Частина її витрачається на приготування кашки личинкам старшого віку, а решту бджоли споживають

для виділення молочка. При зменшенні запасів перги інтенсивність яйцекладки маток послаблюється. В умовах протейінового голоду виховання розплоду припиняється, бджоли викидають личинок з комірок. Резерву поживних речовин у їх тілі для вироблення молочка вистачає ненадовго [88, 220].

Під час медозбору внутрішньовуликові та льотні бджоли посилено виділяють ензим інвертазу для розщеплення сахарози на прості цукри. Ензимна активність пов'язана з функцією підглоткових залоз, що залежить від вмісту протейіну в кормі. Виділення воску залозами можливе лише тоді, коли молоді бджоли добре підготувались до секреторної діяльності клітин, споживши в молодому віці достатню кількість перги. Хоча віск і не містить азоту, проте одержання його від сімей неможливе без протейінового живлення. Здатність відтворювати потомство у матки і трутнів проявляється за умов повноцінної годівлі. У численних досліджах встановлено залежність яйцекладки матки і виведення розплоду від запасів перги у вулику або підгодівлі протейіновим кормом. До парування здатні трутні, вирощені в сім'ях із достатніми запасами перги [121, 127, 137].

Бджолиний розплід характеризується вищим рівнем засвоєння лімітуючих амінокислот з корму порівняно з дорослими бджолами, що обумовлює їх швидкий ріст на різних стадіях розвитку. Засвоєння амінокислот корму медоносними бджолами характеризується високими абсолютними величинами. Найнижчою засвоюваністю відзначається лізин – 79,89 %, тоді як найвища перетравність у аспарагінової кислоти – 93,63 %. Лізин і метіонін менше за інші амінокислоти депонується в організмі дорослих бджіл, проте в організмі личинок і лялечок вміст цих амінокислот найвищий [125, 126].

В умовах вирощування розплоду і відбудови стільників на 10 тис. бджіл необхідно 145,2 г меду і 55,7 г перги. У середньому ж для вирощування 10 тис. бджіл їм необхідно 0,9 – 1,5 кг пилку залежно від його

якості. Поряд з цим встановлено, що добова потреба бджоли у кормі становить біля 4,2 мг меду та 0,32 мг перги. Потреба молодих бджіл у протеїні більша в 16,6 раза, ніж імаго, і значно менша – у вуглеводах. Таким чином, з віком у бджіл підвищується потреба у вуглеводному кормі і зменшується у протеїновому.

1.2. Мінеральне живлення медоносних бджіл

Мінеральні елементи беруть активну участь в обмінних процесах організму бджіл. Вони регулюють окисно-відновні та анаболічно-катаболічні процеси в їх організмі [85, 86]. Крім того, окремі мінеральні елементи, насамперед важкі метали, навіть у незначних концентраціях (зокрема Кадмій і Плюмбум), негативно впливають на фізіологічний стан організму та його продуктивні ознаки [25, 62, 142, 145, 153, 241]. Питання мінерального живлення медоносних бджіл вивчали в роботах багатьох дослідників. Однак, на даний час залишається недостатньо вивченою не тільки кількість, але й якість окремих компонентів живлення, зокрема вплив недостатньо вивчених мінеральних елементів у медоносних бджіл.

Як відомо, у більшості регіонів рослинна база через кліматичні та агроекологічні умови, збіднення біорізноманіття не забезпечує медоносним бджолам необхідної кількості повноцінного пилку як корму [61, 85, 357, 362]. Бджолярі намагаються замінити пилки різними натуральними продуктами. Заміна дефіцитного корму іншим, більш доступним, широко застосовується в годівлі різних тварин і є ефективним способом балансування раціону для отримання максимальної кількості продукції. Однак, у бджільництві однозначних рішень щодо годівлі бджіл ще немає.

Варто вказати, що для весняної годівлі широко використовують різноманітні відвари, настоянки різного рослинного походження, концентровані ліпідно-протеїнові та мінеральні добавки, які підвищують

резистентність медоносних бджіл [167, 186]. Але здебільшого звертають увагу на поповнення замінників пилку і нехтують необхідністю забезпечити раціон бджіл вітамінами та макро- і мікроелементами, що унеможливило збалансування живлення, або рекомендують їх мінеральні солі, які мають високу токсичність для бджіл. Тому, виникає необхідність пошуку нових нетоксичних компонентів такої підгодівлі, у тому числі отриманих на основі новітніх технологій, що забезпечують живлення бджіл і обмін речовин у їхньому організмі на фізіологічному рівні, де макро- та мікроелементи відіграють провідну роль [16, 279].

За даними літератури відомо, що підгодівля бджіл тільки цукровим сиропом, який майже не містить мінералів, призводить до прискореного старіння бджіл і дефіциту протеїну в їх організмі [279, 355]. Це впливає на розвиток глоткових залоз, що відповідають за інвертування цукрів і вироблення маточного молочка, а також на функціональний стан жирового тіла, в якому нагромаджуються резервні поживні речовини організму бджоли. Тому, ведеться науковий і практичний пошук з використання у критичні періоди живлення бджіл есенціальних мікроелементів, що суттєво впливають на життєдіяльність їхнього організму, або роль яких у цих комах нез'ясована.

1.2.1. Роль Со і Ні у життєдіяльності медоносних бджіл. Численні дослідження показали, що за недостатнього надходження мікроелементів до організму спостерігається порушення обмінних процесів, котрі призводять не тільки до різкого зниження їх життєдіяльності, але й до розладів, які можуть зумовлювати їх загибель [13]. Біологічна активність деяких мікроелементів, у значній мірі визначається тим, що вони входять до складу структур організму, зокрема до складу ензимів і гормонів. Встановлено, що в каталазі міститься Ферум, в карбонгідразі — Цинк, інсуліні — Кобальт і Нікель. Цим і пояснюється зв'язок мікроелементів з вітамінами, комплексна дія яких

відіграє важливу роль в організмі. 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 [111, 114, 118, 254].

Установлено важливе значення мінеральних компонентів корму для нормальної життєдіяльності організму комах. 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 [252, 347, 415].

Наявні літературні дані свідчать про сприятливий вплив Кобальту і Нікелю на організм комах. Роботи В.Г. Голоскокова [53-55], В. Я. Буртова [43, 44], Г.С. Жданової [75] і А. С. Яковлева [285, 286, 287] показують, що при додаванні до цукрового сиропу солей кобальту в мікродозах збільшується кількість розплоду в сім'ях і підвищується їх продуктивність. Іншими дослідженнями встановлено, що Кобальт позитивно впливає на синтез вітаміну B_{12} , а максимальний час його синтезу становить 96 годин [286, 302, 364], а також інтенсифікує процеси перекисного окислення ліпідів [247, 250].

Очевидно, в залежності від індивідуальних особливостей організму бджіл Кобальт викликає збільшення вмісту загального протеїну в одних випадках за рахунок зростання бета- і гамма-глобулінів, а вміст альфа-глобулінів при цьому знижується; в інших випадках - за рахунок збільшення альбумінів, бета- і гамма-глобулінів з одночасним зниженням альфа-глобулінів, що свідчить про підвищення імунобіологічної активності організму [83]. Кобальт виконує важливу функцію в обмінних і біологічних

процесах, позитивно впливає на ріст і розвиток бджолоїної сім'ї, її життєздатність та продуктивність.

Як відомо Нікель, аналогічно Кобальту, впливає на вуглеводний обмін. Препарати Нікелю проявляють виражений гемопоетичний ефект, впливаючи на морфологічний склад крові, збільшуючи кількість юних форм білих і червоних кров'яних тілець [2, 227, 282]. В організмі іони Ni^{2+} утворюють комплекси з H_2O , NH_3 , етилендіаміном і т.д [99, 283, 390]. Нікель є активатором таких ензимів, як аргіназа, карбоксилаза, трипсин, лецитин та ін., в поєднанні з Ферумом, Купрумом бере участь в процесах кровотворення (впливає на дозрівання молодих еритроцитів і підвищує рівень гемоглобіну), стимулює гіпоглікемічну активність (збільшує ефективність роботи інсуліну), бере участь у структурній організації і функціонуванні ДНК, РНК і протеїнів. Включившись у проходження окиснювально-відновних процесів в тканинах (забезпечує клітини Оксигеном), Нікель посилює антидіуретичну дію гіпофізу, активує низку ензимів (в тому числі аргіназу). Цей елемент важливий для гормональної регуляції організму, бере участь в обміні ліпідів, окисляє вітамін С [282, 283, 299, 303, 321, 330]. Нестача Нікелю призводить до інгібування печінкових ензимів: глюкозо-6-фосфат-, лактат-, ізо-цитрат-, малат-, глутаматдегідрогенази, а також дезорганізації функціонування ендоплазматичного ретикулуму гепатоцитів, дихальних процесів в мітохондріях, зміни вмісту ліпідів в печінці.

Нікель також бере участь в регуляції метаболізму гему в печінці і нирках, індукуючи активність гемоксигенази [10]. Вивчено вплив Нікелю і Кобальту на систему комплементу [291, 297]. Інкубація гепаринізованої плазми з Нікелем в концентрації, нижчій 100 мкМ, стимулювала конверсію C3 до C3b в 4 рази швидше ніж Магній, який є природним кофактором в активації альтернативного шляху. Однак, підвищення концентрації Нікелю більше 0,5 мМ пригнічувало цей процес.

Досліджено вплив Нікелю на гуморальну імунну відповідь за допомогою двох показників: продукція специфічних Ig M проти еритроцитів барана та продукція поліклональних Ig G в селезінці мишей під впливом інтраперитоніальної ін'єкції хлориду нікелю [374, 401]. Автори стверджують, що Нікель має імуномодуляторний вплив на імунну систему, оскільки змінює продукцію Ig M проти еритроцитів барана і поліклональних Ig G в селезінці мишей.

Аналіз даних літератури свідчить, що дослідження властивостей Нікелю та Кобальту є важливим напрямком для розуміння особливостей механізму дії цих елементів на організм тварин, в т.ч. медоносних бджіл.

Поряд з поживними речовинами необхідна вода для живлення організму дорослих бджіл і розплоду (личинок) і, крім того, для регулювання температури й вологості гнізда. При випаровуванні маленьких краплин з поверхні стільників знижується температура повітря і навіть під час спеки не перевищує норму (35°C). Це важливе пристосування бджіл для створення необхідних умов середовища влітку [128]. Потреба у воді задовольняється принесенням її у зобику з напувалок на пасіці, водоймищ, річок, надходженням з рідким нектаром, поглинанням з повітря відкритим у комірках медом. Кількість її на добу різна, але найбільше витрачають сильні сім'ї при високій температурі, під час закривання вуликів для запобігання відвідуванню бджолами оброблених хімічними засобами рослин. В ізольовані сім'ї воду необхідно обов'язково наливати в годівниці або подавати за допомогою нескладних пристосувань. Бджоли активно носять воду весною, коли у вуликах багато розплоду, а нектару немає і використовують її разом з медом і пергою для приготування кашки личинкам [138]. За даними В. А. Нестерводського [170], найкраща для бджіл за мінеральним складом джерельна вода, а м'яку, наприклад дощову, необхідно підсолювати (5 г солі на 1 л). Напувалки з водою бджоли охоче відвідують в захищених від вітру і прогрітих сонцем місцях.

1.3. Ліпіди корму як фактор повноцінного розвитку бджолиних сімей у весняний, літній і осінній періоди

Відомо, що ліпіди і ліпідоподібні речовини надходять в організм бджолиних личинок і дорослих особин з пилком та молочком. Під впливом ензиму ліпази в середній кишці вони розщеплюються до жирних кислот, потрібних для вироблення залозами молочка, воску, відкладення резерву енергетичного матеріалу та забезпечення інших фізіологічних і біохімічних процесів у клітинах [100, 102, 105, 126]. Єдиним джерелом надходження ліпідів до організму медоносних бджіл є квітковий пилок рослин. Оскільки бджоли збирають пилок з різних видів рослин, склад ліпідів надто різноманітний.

У природному кормі для медоносних бджіл, зокрема у обніжжі, ліпідний склад представлений такими класами: фосфоліпіди, моно- та диацилгліцероли, вільний фітостерол, неетерифіковані жирні кислоти (НЕЖК), тригліцероли, етерифікований фітостерол [213]. Найбільшу масову частку в складі ліпідів займає етерифікований фітостерол. При цьому, сумарна кількість вільного і етерифікованого фітостеролу становить 40-50 %. У пилку також виявлено різні групи фосфоліпідів. Їх загальний вміст у досліджених зразках бджолиного обніжжя коливається в межах від 15 до 21%. Співвідношення окремих класів ліпідів у бджолиному обніжжі залежить від видового походження квіткового пилку [402]. Енергетичну і біологічну цінність ліпідів пилку для організму бджіл формують, в першу чергу, довголанцюгові жирні кислоти, яких у обніжжі міститься значна кількість. Кількість жиру в тілі бджоли, його зниження або підвищення, є одним з найбільш важливих показників, які характеризують загальний стан комахи. Недостатній запас перги або виражений дефіцит надходження обніжжя призводить до швидкого виснаження всіх систем організму медоносних бджіл. За таких критичних аліментарних умов молоді бджоли (5

– 12 добового віку), синтезуючи маточне молочко та вирощуючи розплід, змушені витратити значну кількість нагромадженого ендогенних ліпідів та протеїнів з депо свого організму. Якщо при недостатньому надходженні пилку вони отримують додаткову підгодівлю у вигляді його замінників рослинного чи тваринного походження, то витрата резервних речовин буде набагато меншою [280].

Корм для личинок - маточне молочко, характеризується коливаннями вмісту загальних ліпідів в залежності від періоду розвитку личинки. Так на 36-ту годину після народження личинки з яйця він є найвищим і характеризується високим вмістом фосфоліпідів і вільного холестеролу. Маса личинок маток на другу добу личинкової стадії зростає і тому вони відчують найбільшу потребу в ліпідах корму.

Ліпідне живлення бджіл з використанням штучних компонентів підгодівлі впливає на показники життєдіяльності бджіл, а також зумовлює низку фізіологічних змін у тканинах личинок і в тілі робочих бджіл, маток і трутнів. Така підгодівля забезпечує процеси ефективного депонування ліпідів у жировому тілі поруч з нагромадженням резервів протеїнів і глікогену, що слугують ендогенним джерелом енергії в синтезі маточного молочка молодими бджолами. Це забезпечує личинок бджіл необхідними протеїном і ліпідами для росту і розвитку свого організму. Тому обмін ліпідів у медоносних бджіл є важливим показником стану їх організму, а його зміни можуть бути пов'язані як з біологічною цінністю пилку, так і з використанням штучної підгодівлі [106, 105].

Розвиток і продуктивність бджолої сім'ї залежать від кліматичних умов та медозбору. У тропіках вони мають змогу збирати корм і відтворювати нащадків протягом року [1, 153, 413]. У зонах з холодними зимами життєві процеси бджолої сім'ї змінюються відповідно до пори року. Особливості клімату й розвитку медоносних рослин у нашій країні

зумовлюють певну періодичність діяльності бджолиних сімей — кілька місяців вони перебувають у стані зимового спокою [37, 278].

За даними В.А.Нестерводського, безльотний період життя бджолиної сім'ї у більшості областей України становить від 120 до 160 діб [170]. У крайніх північних районах розведення бджіл, у Сибіру він триває до 7 місяців. Період активної життєдіяльності бджіл у цих районах відповідно скорочується. Найсильніша і найбільш продуктивна сім'я в червні та липні, коли цвіте багато рослин, добре виділяється нектар, велика тривалість світлового дня. Найбільша тривалість льотної роботи бджіл протягом доби становить 17 год 30 хв. Якщо нектару багато, сім'ї заготовляють за день по 8—10, а за винятково сприятливих умов — понад 20 кг корму. Перед літнім медозбором у вуликах виплоджується багато бджіл, добова яйцекладка маток досягає 1500—2000 яєць. Проявляється інстинкт розмноження сімей — роїння, перед початком якого бджоли вирощують трутнів та маток. Саме цим життєдіяльністю бджолиної сім'ї влітку відрізняється від її зимового спокою [47, 51, 322, 325, 360].

Від стану зимового спокою до активної діяльності сім'я переходить поступово. Ще в період зимівлі (друга половина лютого та початок березня) матка після 4-5-місячної перерви починає відкладати яйця. У комірках найтеплішої частини гнізда, де температура досягає 34—35 °С, щодоби з'являється по кілька десятків яєць. Потім добова яйцекладка збільшується до кількох сот штук. Наявність розплоду активізує діяльність бджіл. Вони більше споживають корму, виділяють молочко, годують личинок кашкою. Однак розвиток сімей наприкінці зими стримується тим, що бджоли залишаються відносно малоактивними, вони ще не спорожнилися від неперетравлених решток. Розплід займає лише центральну частину 2—3 стільників [32, 67, 73, 76].

Помітні якісні зміни в сім'ях настають лише після першого весняного (очисного) обльоту. Бджоли вилітають у день, коли температура повітря

досягає 9—10 °С і вище. За середніми багаторічними даними, у лісостеповій зоні України вони вилітають наприкінці березня. Спочатку вони спорожняють товсту кишку, а в наступні дні починають збирати нектар і пилок [136, 141, 142].

Для весняного розвитку сім'ї велике значення має принесення свіжого нектару й пилку, розміщення вуликів у затишних місцях, утеплення й зменшення гнізд. Матка збільшує інтенсивність відкладання яєць — за добу відкладає по 500—1000 шт. Проте кількість бджіл у сім'ї не збільшується, а протягом першого місяця після очисного обльоту навіть дещо зменшується. Однак в ній інтенсивно оновлюється склад робочих особин — старі бджоли 8-місячного віку відмирають, а молоді виводяться. Останні більш енергійно годують розплід, літають, виділяють віск, збирають і переробляють нектар. Чим раніше виведуться молоді бджоли і чим більше їх виведеться, тим краще підготується сім'я до медозбору [127, 159, 178, 211].

З другої половини весни майже до кінця літа сім'я медоносної бджоли збільшується, відбуваються роїння, виведення маток і парування їх з трутнями, збирання корму, нагромадження про запас меду. Кількість робочих бджіл помітно збільшується з того часу, коли їх народжується більше, ніж відмирає. Внаслідок нарощування темпу відкладання яєць маткою настає період, після якого протягом двох місяців щоденне виведення молодих бджіл перевищує відмирання старих [147]. Сім'я стає здатною виконувати найбільший обсяг робіт у збиранні корму, вигодовуванні розплоду, регулюванні мікроклімату у вулику. При цьому діяльність матки тісно пов'язана з діяльністю робочих бджіл [158, 220].

Враховуючи особливості розвитку бджолиної сім'ї, пасічники застосовують методи використання маток-помічниць з метою прискорення росту сім'ї до медозбору або відбирання частини бджіл чи розплоду для формування відводків (пакетів). Такі практичні заходи запобігають ранньому

роїнню, сприяють інтенсивному штучному розмноженню бджіл та підвищують рентабельність бджільництва [240].

Наприкінці літа, коли відцвітають медоносні рослини, активність льоту бджіл зменшується, функціональна діяльність звужується. При цьому виводяться молоді бджоли для зимівлі. На відміну від весняного виведення, осіннє характеризується незначними темпами відкладання яєць. У вересні-жовтні матка перестає відтворювати потомство. Потім, коли температура зовнішнього повітря опускається нижче за 8—10 °С, бджоли з гнізда не вилітають. Сім'я переходить від активного стану до зимового спокою. Бджоли осінніх генерацій за своїм фізіологічним станом дещо відрізняються від тих, що працювали на медозборі, зокрема в них більше запасів поживних речовин [274, 284].

Під час зимового спокою виключають вплив різних подразників і факторів, що активізують життєдіяльність бджіл: стукіт, підвищення температури, запахи та ін. Якщо зимівля проходить в приміщенні, температуру в ньому підтримують на рівні близько 0-2°С тепла, а відносну вологість 70-80 %. Найглибший спокій спостерігається в грудні — січні. Місячна витрата корму на сім'ю знижується до 1 кг і менше [248, 287]. Стан гіпобіозу бджолої сім'ї у зимовий період, а точніше імагінальна діапауза самок (матки і робочих бджіл), чітко проявляється у призупиненні функціонування яєчників, блокуванні оогенезу і припиненні відкладання яєць. Доведено [142, 300], що основна причина імагінальної діапаузи пов'язана з різким зниженням секреторної діяльності ендокринних органів, які завдяки продукуванню нейрогормонів впливають на циклічну, сезонну і добову активність особин бджолої сім'ї, індукують діапаузу, стимулюють оогенез і відкладання матками яєць. Доведено [140, 239], що відсутність ювенільного та активаційного гормону у гемолімфі маток сприяє уповільненню і пригніченню функціонування яєчників. Навпаки, відновлення

гормональної активності в організмі маток повністю відновлює процеси розвитку яйцеклітин.

Наприкінці зимівлі активність бджіл підвищується, матка починає відкладати яйця, з'являється розплід, який вимагає додаткових витрат корму на підтримання температури в межах 34-35°C і вигодівлю личинок [205]. За умови підвищення температурного режиму, коли зовнішнє повітря прогрівається до 9-10°C і вище, бджоли роблять очисний обліт. Кружляючи в повітрі біля вуликів, вони очищаються від неперетравних решток, які нагромаджуються в товстій кишці (до 45 мг), і можуть становити майже половину маси тіла бджоли [266, 271].

З ранньої весни бджоли включаються в збирання свіжих порцій нектару і пилку, сім'я нарощує все більше і більше робочих особин на зміну тих, які зимували, для посиленої роботи в майбутньому медозборі. Найбільшої величини сім'я досягає в червні — липні. У неї збільшується можливість зібрати і переробити значну кількість корму. Денний збір у звичайних умовах становить до 4-5 кг, а при рясному цвітінні високопродуктивних медоносів — більше 10-12 кг [145, 165, 206]. До осені більшість бджіл зношується, виводяться нові генерації для зимівлі. У кінці вересня або на початку жовтня матки припиняють відкладати яйця. Настання похолодань (плюс 8°C і нижче) призводить до утворення клуба. Бажано, щоб осінній очисний обліт відбувався як можна пізніше [289].

Від моменту переходу сім'ї від пасивного до активного стану і аж до дати їх виставлення із зимівника або першого очисного обльоту пасічник не в змозі активно впливати на життєдіяльність бджіл. Фізіологічна зношеність організму бджіл, посилення їх активності, спрямованої на підтримання мікроклімату у гнізді і вирощування розплоду позначаються на зростанні відходу робочих особин, зменшенню сили сімей, а в окремих випадках і їх загибелі. У цей період, бджоли стримують репродуктивну діяльність матки. Встановлено, що вона у цей період відкладає від 10 до 30 яєць на добу [174].

Обмеження у відкладанні яєць є вимушеною необхідністю для бджіл. Так, за невеликої кількості розплоду бджоли менше фізіологічно зношуються, оскільки знижують витрати енергії на обігрів гнізда, годівлю личинок, продукування маточного молочка. Найбільший вплив на інтенсивність відкладання маткою яєць у цей період має накопичення екскрементів у товстому відділі кишківника бджіл [197]. Щоб створити у зоні розплоду оптимальні умови мікроклімату та забезпечити личинок кормом, бджоли вимушені споживати вдвічі більше меду, ніж у пасивний період зимівлі [378, 380, 404].

Отже, від початку переходу з пасивного до активного стану у життєдіяльності бджолиних сімей відбуваються складні процеси щодо зміни якісного і кількісного складу бджіл. У своєму розвитку бджолині сім'ї переважно регулюють вирощування розплоду залежно від періоду сезону, погодних і медозбірних умов, чисельності бджіл годувальниць і кормових запасів у їх гніздах.

1.4 Розмноження медоносних бджіл за різних умов утримання

Розрізняють природне та штучне розмноження сімей. Природне розмноження (роїння) є небажаним явищем на пасіці, тому що воно негативно впливає на розвиток і продуктивність сімей, зростають затрати праці, порушується планове виконання робіт по догляду за бджолами. Для попередження роїння необхідно завантажувати бджіл роботою по вирощуванню розплоду, будівництву стільників, утримувати в гніздах молодих маток, затінювати вулики. При вильоті рою бджіл оббризкують водою і струшують в роївню та переносять в прохолодне місце. Увечері рій заселяють у вулик, куди перед цим ставлять 1-2 стільники з розплodom, 3-4 рамки з штучною вощиною, декілька пустих і кормових стільників. В сім'ї,

яка відроїлась оглядають гніздо і знищують всі маточники, залишивши один з кращих [51, 245].

З метою збільшення розміру пасіки практикують штучне розмноження сімей. Для цього використовують сильні сім'ї масою не менше 3 кг (сила — 12 і більше вуличок). Розрізняють створення нових сімей за рахунок формування відводків, поділу сімей навпіл. До цих сімей підставляють зрілий маточник чи підсаджують плідну або неплідну матку. Нові сім'ї розміщують поряд з материнськими через глуху діафрагму або в новому вулику. Відводки частіше за все формують на чотири рамки. Для цього від материнської сім'ї відбирають 2-3 стільники з бджолою і різновіковим розплодом, додають 1-2 стільники з кормом, один з яких медоперговий. Додатково у вулик струшують бджіл з 1-2 рамок. Гніздо обмежують вставними дошками, утеплюють і вулик закривають. Сім'ї формують за такою ж схемою, але при цьому кількість рамок з розплодом збільшують всередньому на 2-4 [220, 240].

Інтенсивність вирощування розплоду є важливою складовою не лише процесів життєдіяльності сім'ї, але і виживання медоносних бджіл як такого. В першу чергу на ці процеси впливає бджолина матка, але її функція залежить від впливу комплексу зовнішніх і внутрішніх чинників, тобто від періоду, сезону, погодних і медозбірних умов, стану гнізда, чисельності особин у гнізді, породи та багатьох інших. Однак кожний окремий з них може мати позитивний або негативний вплив на темпи вирощування розплоду у гніздах сімей [120, 210, 366].

Слід зазначити, що саме робочі бджоли регулюють інтенсивність роботи матки [148, 388]. За сприятливих умов вони посилюють вирощування розплоду, а за невідповідних — змушують матку зменшити або припинити відкладання яєць. Відзначено, що завдяки інтенсивності та кількості спожитого маточного молочка матка спроможна генерувати різну кількість яєць. Експериментально доведено [399, 400], що кількість бджіл під впливом

тих чи інших факторів змінюється. Шляхом посилення чи ослаблення догляду, а також і підгодівлі бджоломатки, бджоли регулюють її яйценосність [307, , 308, 378]. Встановлено [204], що кількість спожитого маткою маточного молочка безпосередньо впливає на процес оогенезу.

Регулювання процесу яйценосності маток у бджолиній сім'ї зумовлено потребами відтворення нових її генерацій і відбувається за дії багатьох факторів. Реагуючи на зовнішні і внутрішні подразники робочі бджоли створюють оптимальні умови для розвитку багатовекторного регулювання процесів накопичення і споживання корму, вирощування розплоду, розбудови гнізда тощо. Переважна більшість дослідників вивчала відтворну здатність маток за дії одного або декількох факторів [63,162, 223]. Вони не здійснювали комплексних досліджень, які б сприяли розширенню наукових положень з обґрунтування дії підгодівлі на процеси, що пов'язані з вирощуванням розплоду у гніздах бджолиних сімей.

1.5 Фізіологічна дія природних і штучних компонентів підгодівлі медоносних бджіл

Медоносна бджола є одним з представників тваринного світу і дуже чутливо реагує на всі зміни умов навколишнього середовища. Вивчення та аналіз факторів, що впливають на медоносну бджолу, дозволяє попередити їх негативну дію. До таких факторів навколишнього середовища належать зовнішні кліматичні умови, медоносні ресурси, випромінювання та фізичні поля різноманітного походження, а також дія природних і штучних компонентів підгодівлі на організм медоносних бджіл. Знання механізмів впливу цих факторів на бджолину сім'ю та врахування наслідків їх дії значною мірою сприяють швидкому розвитку бджолиних сімей і досягненню високої продуктивності пасік [179, 201, 244].

У бджільництві широко використовують штучні замінники природного корму (меду і перги), додаючи з цукровим сиропом в підгодівлю бджолам стимулюючі протеїново–ліпідні добавки і мінеральні елементи з метою поліпшення умов живлення бджолиних сімей і корекції метаболічних процесів в їхньому організмі [130, 164, 241]. Застосовуються й штучні замінники протеїнів перги компонентами тваринного і рослинного походження, зокрема сухе молоко, дріжджі, сироватка крові ссавців, борошно деяких злаків, які додають з метою підвищення життєздатності і резистентності бджіл та інтенсивності відкладання матками яєць. За допомогою стимулюючих речовин активізується діяльність центральної нервової системи, гемопоєз, регенерація тканин, секреторна діяльність залоз. До числа таких біологічно активних речовин відносяться мікроелементи, антибіотики, вітаміни, біогенні та інші речовини [123, 243]. Використання біостимуляторів прискорює ріст бджолиної сім'ї і значною мірою захищає її від захворювань і стресів, і тим самим, сприяє підвищенню медової продуктивності та запилювальної активності [122]. Однак, у стимулюючій підгодівлі бджіл найбільш повноцінними замінниками є ті компоненти, що комплексно поєднують необхідні протеїни, незамінні амінокислоти, мікроелементи, вітаміни, ліпіди, у. т. ч. ПНЖК і проявляють коригуючу дію на метаболічні процеси в організмі бджіл [203, 221, 290]. Макро– і мікроелементи в організмі тварин, у. т. ч. бджіл, входять до активних центрів ензимів у складі кофакторів біохімічного каталізу в реакціях метаболізму протеїнів, ліпідів і вуглеводів [22, 351].

Перебуваючи в природному середовищі, бджоли пристосовані до використання вузькоспеціалізованої їжі. Вони використовують тільки два основних види корму - нектар і пилок, збираючи їх з квіток медоносних рослин. Бджоли переробляють нектар в мед, а пилок - в пергу. Це добрі зберігачі запасів концентрованих кормів, що накопичуються в гнізді на несприятливий зимовий період. Нектар і мед забезпечують бджіл

вуглеводами. Пилок і перга - основне джерело протеїнів, ліпідів, вітамінів і мінералів у бджолиному раціоні.

Відсутність достатніх запасів корму в бджолиній сім'ї в несприятливі роки негативно позначається на результатах її зимівлі. Небезпеку для зимівлі бджіл створюють також запаси меду, схильні до кристалізації, зібрані з хрестоцвітих рослин (гірчиця, ріпак) і соняшнику в посушливі роки. Як відомо, бджолярі практикують підгодівлю бджолиних сімей цукровим сиропом в якості замітника вуглеводного корму. Заміну меду на цукровий сироп рекомендують також за наявності в меді спор *Nozema Apis*. Цукор також використовують для стимулюючої підгодівлі бджолиних сімей з метою прискорення їхнього росту і розвитку після зимівлі за відсутності виділення нектару, що забезпечується медоносними ресурсами підтримуючого медозбору [133, 143, 154].

Наявні в літературі дані дозволяють вважати, що підгодівля бджіл цукровим сиропом вимагає в декілька разів більше ензимів інвертази і діастази, ніж квітковий мед [14]. Згодовування «цукрового меду» в зимово-весняний період характеризується нестачею протеїну і збільшенням витрат протеїнових ресурсів свого тіла, що знижує їх здатність вирощувати навесні розплід. Крім цього, згодовування бджолиній сім'ї великої кількості сиропу, який необхідно буде переробити протягом короткого проміжку часу, призводить до того, що кількість ензимів, що виділяються бджолами, є недостатньою через обмеження секреторних можливостей ендокринних залоз медоносних бджіл. В результаті оптимізація процесу інверсії цукру не досягає достатнього рівня, що є в подальшому причиною його кристалізації на стільниках. За цих умов зменшується тривалість життя бджіл [7].

Таким чином, незважаючи на те, що підгодівля цукровим сиропом дозволяє успішно вирішити низку завдань розведення і утримання бджіл, в підсумку переробка цукрового сиропу бджолами веде до додаткових витрат ними вуглеводів і протеїнів, фізичного зносу клітин і тканин органів за його

переробки, що скорочує тривалість життя. Саме тому використання цукрового сиропу в галузі бджільництві досі викликає полеміку.

1.6.Стимулююча підгодівля медоносних бджіл

З метою підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин, профілактики захворювань, збереження доброякісності кормів в тваринництві широко застосовуються різні кормові добавки, лікарські і хімічні препарати. За допомогою стимулюючих речовин активізують діяльність центральної нервової системи, гемопоез, регенерацію тканин, секреторну діяльність залоз. До числа таких фізіологічно активних засобів відносяться мікроелементи, антибіотики, вітаміни, біотичні та інші речовини [15, 18, 377, 379, 384, 391].

Узагальнюючи літературні відомості про значення мікроелементів у живленні сільськогосподарських тварин можна сказати, що їх основна роль полягає в підвищенні активності різних ензимних систем - каталізаторів біохімічних процесів в організмі. Мікроелементи, що вводяться в раціон тварин на тлі їх нестачі в ґрунті і кормах, діють як стимулятори, активізуючи біологічні процеси в організмі. Наявність необхідних мікроелементів в кормах, а при необхідності мікроелементна підгодівля тварин, стимулює підвищення активності системи антиоксидантного захисту [46, 98, 168, 323, 375]. За останні 10 років на вітчизняному ринку з'явилися і знайшли застосування різні нові біостимулятори [34, 41, 82, 157, 376].

До сучасних технологій, які сприяють підвищенню продуктивності та якості готової продукції, відносяться нанотехнології [243, 388]. Використання органічних сполук, які отримують із використанням нанотехнологічних методів, відкриває безпрецедентні можливості для їх дії на клітинному і субклітинному рівнях в процесі становлення і розвитку організму [29, 48, 90, 202].

На сьогодні відомий широкий асортимент кормових добавок, які містять Co, Fe, Cr, Se, Ge й інші біологічно активні речовини, що розроблені за новими нанотехнологіями, для стимуляції росту і розвитку бджолиних сімей. Зокрема, апробовані як мінеральні добавки карбоксилати таких мікроелементів як: Zn, Mn, Cu, Se, Ge, що можуть використовуватися в підгодівлі бджіл [26, 27, 109, 110, 326, 328, 340]. Встановлено, що токсичність солей карбонових кислот вказаних металів у багато разів нижча від токсичності їхніх іонів, одержаних із застосуванням солей мінеральних кислот. Доведено, що певна група гідратованих карбоксилатів металів може бути використана в якості ефективних, екологічно безпечних дезінфектантів і лікувально-профілактичних засобів, а також для підвищення біологічної цінності продукції шляхом збагачення ними кормів [27, 334].

Дослідженнями встановлено, що карбоксилати безпечні, іони металів з таких комплексів швидко і ефективно засвоюються живим організмом в якості життєво необхідних мікроелементів, активізують метаболізм в організмі ссавців, стимулюють імунну функцію, беруть участь в регуляції вуглеводного, протеїнового і ліпідного обміну [181, 225, 344, 352].

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 [389, 392].

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 [91, 232, 237, 316]. Органічні сполуки біометалів у формі карбоксилатів мають низку переваг: володіють високою біологічною дією, краще засвоюються організмом і активно використовуються у процесах обміну речовин. Біогенні метали є кофакторами переважної більшості

біохімічних процесів у живих системах, тому є всі підстави стверджувати, що висока стимулювальна активність карбоксилатів біогенних металів є наслідком комплексного біофізично-біохімічного ефекту Борисевича — Каплуненка — Косінова) [28].

Цитрати металів є безпечними для здоров'я і дозволені для застосування в харчових продуктах, у т.ч. бджільництва та для дитячого харчування [225, 350].

Слід відмітити надзвичайно важливий подвійний біологічний ефект за умови використання карбоксилатів таких металів, як Аргентум, Купрум, Германій, Селен. Комплексне застосування цитратів Ge і Se в компонентах підгодівлі бджіл проявляло корегуючий вплив цих сполук на обмін ліпідів і мінеральних елементів в організмі медоносних бджіл і сприяло накопиченню енергетичних, структурних і пластичних компонентів у тканинах. Використання медоносним бджолам наноаквацитратів Cr, Ge, Se з метою корекції мінерального живлення і підвищення їх життєздатності забезпечувало зниження рівня важких металів і оптимізацію мінерального і ліпідного обміну в організмі [109, 111, 112, 292].

Додавання борошна з бобів сої та цитрату Cr додатково до підгодівлі медоносним бджолам характеризувалося впливом на метаболізм ліпідів і окремих мікроелементів в організмі бджіл у весняно-літній і літньо-осінній періоди. Комплексне поєднання борошна сої нативної з цитратом Cr проявляло виражений вплив на інтенсивність яйцекладки бджоломаток [8, 218, 264].

Доведено, що 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. Доведена доцільність їхнього застосування не тільки з метою одержання біоцидного ефекту, але і як мікроелементних сполук, що набагато

ефективніші, ніж ці елементи у класичному іонізованому вигляді [181, 251, 253, 295].

Використання біостимуляторів прискорює ріст бджолоїної сім'ї і захищає її від захворювань і стресів, і тим самим, сприяє підвищенню медової продуктивності та запильовальної активності [122, 306, 320, 296].

Над отриманням і вивченням препаратів, що володіють властивостями стимулювати репродуктивні та продуктивні властивості медоносних бджіл, вчені практики працюють давно. Незважаючи на велику кількість публікацій з питань застосування цитратних сполук у бджільництві, можливе створення більш досконалих засобів захисту здоров'я бджіл, у доступній літературі висвітлена недостатньо. Тому пошук нових активно діючих сполук, розробка рецептур препаратів, здатних надавати стимулюючий вплив на ріст і розвиток медоносних бджіл, є перспективним напрямком у бджільництві.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна методика та схема проведення дослідження

Дисертаційна робота виконана в 2014–2017 рр. у лабораторії екологічної фізіології та якості продукції Інституту біології тварин НААН. Під час виконання дисертаційної роботи проведено чотири досліди за схемою наведеною у таблиці 2.1.

Медоносні бджоли карпатської породи утримувалися у вуликах-лежаках. Бджолосім'ї перевірялися щодо інфекційних та інвазійних захворювань і були благополучні стосовно цих захворювань. Дослідження проводили відповідно до положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним Конгресом з біоетики (Київ, 2001) та «Європейської конвенції про захист тварин, що використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986).

Дослід перший проведено в умовах ізолюваного утримання медоносних бджіл у садках [38, 39], у лабораторії екологічної фізіології та якості продукції Інституту біології тварин НААН за температури 27⁰С з підгодівлею їх цитратами Со і Ні з 50% цукровим сиропом (ЦС), борошном натуральної сої (БС) у два періоди. Цитрати Со і Ні отримані за методом Косінова М. В., Каплуценка В. Г. з використанням нанотехнологічних методів [131]. У кожному періоді досліджень було сформовано п'ять груп медоносних бджіл, по 50 у кожній.

Після завершення підгодівлі (через 14 діб) відбирали по 30-35 бджіл з кожної групи і розподіляли їх на 3 паралельні зразки по 1 г тканин цілого

організму медоносних бджіл для дослідження вмісту окремих мікроелементів (Fe, Co, Cu, Zn, Ni, Cd, Pb) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК з комп'ютерною програмою, а також визначення загальних ліпідів і відносний вміст їхніх класів [49].

Таблиця 2.1.

СХЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ

Групи медоносних бджіл	Періоди дослідження		Тривалість дослідудіб
I – ДОСЛІД (МОДЕЛЬНИЙ ДОСЛІД В УМОВАХ ТЕРМОСТАТУ)			
	I етап	II етап	
I- Контрольна	ЦС - 25мл	ЦС - 25мл	14
II- Дослідна	ЦС+БС - 25г	ЦС+БС - 25г	14
III- Дослідна	ЦС+БС+ цитрат Со - 2 мг	ЦС+ цитрат Со - 2 мг	14
IV- Дослідна	ЦС+БС+ цитрат Ni - 1 мг	ЦС+ цитрат Ni - 1 мг	14
V- Дослідна	ЦС+БС+ цитрат Со - 2 мг + цитрат Ni - 1 мг	ЦС+ цитрат Со - 2 мг + цитрат Ni - 1 мг	14
II – ДОСЛІД (ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД)			
I- Контрольна	цукровий сироп (ЦС) - 500мл/тиждень/бджолосім'ю		14
II- Дослідна	ЦС +борошно натуральної сої (БС) - 500г		14
III- Дослідна	ЦС+БС+ цитрат Со - 2 мг		14
IV- Дослідна	ЦС+БС+ цитрат Ni - 1 мг		14
V- Дослідна	ЦС+БС+ цитрат Со - 2 мг + цитрат Ni - 1 мг		14
III – ДОСЛІД (ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД)			
I- Контрольна	цукровий сироп - 300 мл/тиждень/бджолосім'ю		30
II- Дослідна	ЦС+ цитрат Ni - 2 мг		30
III- Дослідна	ЦС+ цитрат Со - 2 мг		30
IV- Дослідна	ЦС+ цитрат Ni - 1 мг		30
V- Дослідна	ЦС+ цитрат Со -2 мг + цитрат Ni - 1 мг		30
IV – ДОСЛІД (ЛІТНЬО-ОСІННІЙ ПЕРІОД)			
I- Контрольна	цукровий сироп- 300 мл/тиждень/бджолосім'ю		14
II- Дослідна	ЦС+ цитрат Со - 2 мг		14
III- Дослідна	ЦС+ цитрат Ni - 1 мг		14

Примітка: у цій і наступних таблицях ЦС - цукровий сироп 50%; БС – борошно нативної сої.

У гомогенатах тканин медоносних бджіл визначали кількість (метод гравіметричного зважування) загальних ліпідів з екстрагуванням за методом Фолча [49, 343], а також вміст окремих їх класів - за допомогою

тонкошарової хроматографії з використанням силікагелевих пластин Sorbfil Plates 100 – 150 mm (ПТСХ – П – А) [94].

Другий дослід проведено на приватній пасіці с. Кореличі Перемишлянського району у весняний період з 28. 04. по 12. 05. 2014 року, на бджолах карпатської породи. Для проведення дослідів було сформовано п'ять груп бджолиних сімей, по три в кожній. Метою дослідження було вивчити вплив згодовування бджолиним сім'ям у весняний період комплексної добавки борошна натуральної сої та цитратів кобальту та нікелю на організм бджіл та їх продукцію.

Матеріалом для досліджень слугували тканини бджіл, перга, бджолині стільники та поліфлорний квітковий мед. Зразки біологічного матеріалу брали з контрольної та дослідних груп клінічно здорових бджолосімей у дослідний період. З кожної сім'ї відібрано 90 – 100 робочих медоносних бджіл, пергу (заповнені ділянки кормових стільників площею 20 – 25 см²) і мед в кількості 100–150г 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 тканин з використанням рідкого азоту.

У зразках перги, стільників (язиків) і гомогенатів тканин медоносних бджіл визначали кількість (метод гравіметричного зважування) загальних ліпідів з екстрагуванням за методом Фолча [48, 314], а також відносний вміст окремих їх класів за допомогою тонкошарової хроматографії з використанням силікагелевих пластин Sorbfil Plates 100 – 150 mm (ПТСХ – П – А) [94], вміст жирних кислот загальних ліпідів методом газорідинної хроматографії [214, 235], окремих мікроелементів – Co, Ni, Se, Ge, Cu, Zn, Fe методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП) на приладі Optima 210 DV [160], а також фізико-хімічні показники меду згідно з ДСТУ 4497:2005 [3, 68].

Третій дослід проведено в однотипових умовах, що і в досліді 2, на приватній пасіці с. Кореличі Перемишлянського району. Для проведення дослідження у квітні 2015 року на пасіці було відібрано п'ять груп бджолиних сімей, по три бджолосім'ї - вулики у кожній. Метою дослідження було вивчити вплив згодовування бджолиним сім'ям у весняний період комплексної вуглеводної добавки з цитратами кобальту та нікелю на організм медоносних бджіл, їх продукцію та інтенсивність яйцекладки бджолиних маток.

Для лабораторного дослідження, аналогічно другому досліді, було відібрано зразки біологічного матеріалу бджіл – тканин цілих бджіл, стільників, перги з визначенням загальних ліпідів і співвідношення їхніх класів, окремих мікроелементів — Mg, Mn, Zn, Fe, Co, Cu, Se, Ni, Ge та фізико-хімічних показників меду. Крім цього, у третьому досліді визначали репродуктивну функцію бджолиних маток [38, 156] за кількістю відкладених яєць у сформованих групах бджолосімей.

Четвертий дослід виконувався в умовах стаціонарного утримання бджіл на базі пасіки Інституту біології тварин НААН. Було досліджено вплив цитратів Co і Ni за їхнього введення до підгодівлі цукровим сиропом у літньо-осінній (серпень–вересень) період. Для проведення дослідження на пасіці було відібрано три групи бджолиних сімей, по три бджолосім'ї - вулики у кожній. Для лабораторного дослідження у літньо-осінній період було відібрано зразки біологічного матеріалу - тканин цілих бджіл, стільників з визначенням загальних ліпідів і співвідношення їхніх класів, окремих мікроелементів - Mg, Mn, Zn, Fe, Co, Cu, Se, Ni, Ge, Cd, Pb та фізико-хімічних показників меду аналогічно досліді 2.

Сполуки мікроелементів, які використовувалися в дослідженнях. У проведених експериментальних дослідженнях були використанні органічні сполуки – водні розчини кобальту цитрату (1,0 г Co/дм³) та нікелю цитрату (0,8 г Ni/дм³), отриманих від ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ.

Цитрати мікроелементів – найбільш перспективні щодо збагачення харчових продуктів і кормів органічні сполуки [171, 225, 236]. Як альтернативу хімічним методам синтезу сполук металів з органічними кислотами (зокрема, лимонною кислотою) запропоновано метод їх отримання за допомогою нанотехнології [26, 132, 132]. Цей спосіб дешевший, дозволяє вийти на промислові обсяги виробництва та створити цитрати біометалів високої чистоти.

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 наночастинки 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 [340].

2.2. Основні методи досліджень

Визначення мінеральних елементів у тканинах і продукції бджіл методами: А- атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ИСП) на приладі Optima 210 DV [160] та Б – атомно-абсорбційної спектрофотометрії [49, 56, 57].

А - Метод атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ІСП), прилад Optima 210 DV фірми Perkin Elmer (США), підготовка зразків згідно методів [160].

Для аналізу беруть 1 мл досліджуваного матеріалу . Зазначений обсяг проби переносить в пластикову центрифужную пробірку, додають 4,5 мл 10% азотної кислоти (Merck), потім 4,5 мл деіонізованої води. Проби перемішують і центрифугують протягом 15 хв при 5000 об/хв. Надосадовий розчин переносять у чистий посуд (наприклад, мірну пробірку) і аналізують електроліти і мікроелементи - К, Na, Ca, Mg, Li, Fe, Zn, Cu, Se, Mn). Отриманий прозорий мінералізатор розчиняли в деіонізованій воді (18Ω) до обсягу 10мл. Далі проводили аналіз на вміст макроелементів і мікроелементів методом АЕС-ІСП.

Прилад Optima 2100 DV являє собою оптичний спектрометр з напівпровідниковим твердотілим детектором і як джерело збудження - індуктивно пов'язану плазму. Метод багатоеlementного аналізу з діапазоном довжин 150-900 нм. В спектрометрі реалізується спектральна корекція фону з допомогою алгоритму мультиспектральної фільтрації (MSF і IEC). Робота спектрометру управляється і контролюється програмним забезпеченням WinLab32 в операційній системі Windows XP prof. Отримані результати оброблялися приладом математично і виводилися на монітор в необхідному форматі.

Б - Визначення мікроелементів атомно-абсорбційною спектрофотометрією [48, 56, 57].

Вміст мікроелементів (МЕ) у тканинах, бджолиному обніжжі, перзі, меді та стільниках визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі після сухої мінералізації зразків. У порцелянові тиглі поміщали досліджувані зразки масою 5-10г і висушували протягом чотирьох годин у сушильній шафі за температури 70-80⁰С.

Після повного висушування зразків тиглі переносили у муфельну піч для озолення. Температуру у муфельній печі поступово доводили до 450⁰С. У наступні 30 хв озолення температуру підвищували на 50⁰С. Мінералізацію зразків проводили до утворення білої або блідо-рожевої золи, без обвуглених частинок, що вказувало на повне видалення органічних речовин.

Якщо не вдалось досягти повної мінералізації зразків, то в попередньо охолоджений тигель із золою додавали 1 см³ концентрованої соляної кислоти і 1 см³ концентрованої сірчаної кислоти. Тигель із сумішшю ставили на піщану баню і висушували зразок за температури від 200⁰ С до 300⁰ С. В подальшому висушений зразок розчиняли у невеликій кількості розведеної соляної кислоти. Зразок фільтрували у мірну колбу об'ємом 10см³. 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 кількості МЕ у зразках за калібрувальним графіком та екстинкцією дослідного зразку з використанням комп'ютерної програми на СФ 115 ПК і кількість досліджуваного елементу виражений в грамах на 1 кг зразка.

Дослідження вмісту загальних ліпідів у тканинах бджіл та їх продукції. Принцип застосування класичного методу [343] екстрагування загальних ліпідів (метод Фолча) ґрунтується на тому, що ліпопротеїдні комплекси руйнуються полярним розчинником (метанолом), сприяючи їхній екстракції неполярним розчинником (хлороформом). Метод дозволяє звільнити ліпідний екстракт від не ліпідних речовин шляхом його промивання. Нейтральні ліпіди (триацилгліцероли, воски, пігменти) ефективніше екстрагуються з тканин етиловим ефіром, хлороформом або бензолом, тобто групою органічних розчинників, що не допускають асоціації ліпідів, яка зумовлена їхніми гідрофобними властивостями. Тоді як мембранні ліпіди ефективніше екстрагуються більш полярними

розчинниками, зокрема етанолом або метанолом, які сприяють зменшенню гідрофобної взаємодії між ліпідними молекулами, одночасно послаблюючи водневі зв'язки і електростатичну взаємодію, що зв'язує мембранні ліпіди з мембранними білками.

Реактиви: хлороформ, метанол, суміш метанолу з хлороформом (2:1), 0,74% розчин KCl, суміш для промивання (хлороформ:метанол:KCl – 8:4:3). У колбочки з притертими корками вносили 1 частину подрібненої тканини і додавали 20 частин суміші хлороформ – метанолу у співвідношенні 2:1. Утворену суспензію старанно струшували і залишали на 12 годин за умов кімнатної температури для екстракції. Потім суміш профільтровували через обезжирений фільтр, осад двічі промивали екстрагуючою сумішшю (по 5мл), а екстракти об'єднували. Для видалення водорозчинних неліпідних сумішей до екстракту додавали 0,74 М розчину KCl, у кількості рівній 1/5 об'єму ліпідного екстракту. Суміш знову струшували і залишали на 12 годин для відстоювання.

Після 12-ти годинного відстоювання утворювалась двофазна система. Верхній шар водно – метаноловий, відсмоктували за допомогою водострумєневої помпи, оскільки, більш полярні молекули, у т. ч. протеїни і цукри потрапляють у водно – метанольний шар (верхня фаза), а ліпіди залишаються в хлороформному нижньому шарі (нижня фаза), який в подальшому концентрували на роторному випарювачі. Абсолютну кількість загальних ліпідів у тканині визначали гравіметричним методом після концентрування на роторному випарювачі.

Екстракт ліпідів, який отримали за методом Фолча, висушували шляхом відгонки випарювача, а відтак доводили до постійної маси у вакуум-ексикаторі. Для цього проби поміщали в ексикатор, заповнений як вологовловлювачем концентрованою H₂SO₄. Через дві години проби зважували на аналітичній вазі і визначали кількість ліпідів за формулою:

$$(A - B) \times 100 / C = \text{мг}\%$$

A – маса бюкса з ліпідами;

B – маса бюкса без ліпідів;

C – маса тканини, мг.

Дослідження вмісту окремих класів ліпідів методом тонкошарової хроматографії. Метод базується на визначенні відносного вмісту окремих класів ліпідів за допомогою тонкошарової хроматографії з використанням силікагелевих пластин 100–150 mm Sorbfil Plates [94]. Екстракт загальних ліпідів розчиняли у хлороформі (1 мл), після чого капіляром наносили на алюмінієві пластини з шаром силікагелю. Пластини поміщали в камеру, попередньо насиченою випарами суміші гексан – діетиловий ефір – льодова оцтова кислота у співвідношенні 70:30:1 і утримували їх у вертикальному положенні до часу, поки рухома фаза розчинників не підніметься на висоту до 0,5см від верхнього краю пластинки. Після цього пластинки виймали і висушували до зникнення характерного запаху оцтової кислоти. Висушену хроматограму проявляли у парах кристалічного йоду, які зворотно реагують з подвійними зв'язками ненасичених жирних кислот, тому ліпіди, що містять ненасичені жирні кислоти, забарвлюються в процесі цієї реакції у жовтий або коричневий колір. Зафарбовані у світло – коричневий колір зони ліпідів препарували голкою і за допомогою скальпеля переносили у пробірки, додаючи 5 мл концентрованої H_2SO_4 , і добре перемішували. Потім їх ставили на водяну баню на 20 хв., за температури кипіння води. Після відстоювання суміші протягом 2 год., проводили вимірювання оптичної густини зразків на спектрофотометрі СФ-46 за довжині хвилі 440нм (синій світлофільтр) проти контролю.

Визначення жирних кислот загальних ліпідів (метод газорідної хроматографії) [214, 235]. Екстракт загальних ліпідів розчиняли в 1 мл бензолу, старанно помішували і переносили в ампули, додаючи при цьому 2 мл метилуючої суміші (100 мл метанолу 5 мл H_2SO_4). Запаяні ампули ставили для гідролізу в термостат на 48 год. при температурі 72°C. Після

гідролізу ампули відкривали, а вмістиме цих ампул переносили у фарфорові чашки, для випаровування при температурі – 40–60°C. Після цього додавали 2 мл гексану з перенесенням метилових ефірів в скляні пробірки з конічним дном, максимально концентрували проби при температурі 40–60°C з подальшим аналізуванням на газорідинному хроматографі “Chrom-5”. Одержані дані хроматограм з піками жирних кислот обробляли за допомогою програми Microsoft EXCEL і виражали у процентному співвідношенні

Визначення репродуктивної здатності бджолиних маток.

Показники інтенсивності яйцекладки бджолиних маток карпатської породи бджіл визначали за допомогою описаного експрес-методу [156]. Метод базується на використанні рамки-сітки, із стандартним січенням 5×5 см для вимірювання площі запечатаного бджолиного розплоду, яка встановлюють 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 у 12 діб, оскільки бджолиний розплід знаходиться в запечатаному стані 12 діб. Підраховавши 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 [68, 116, 288]. 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 см³ дистильованої води, використовуючи для швидкого розчинення та рівномірного змішування гомогенізатор - MPW-302. Визначення рН проводили на іонометрі U-130 до другого знаку після коми.

Статистична обробка. Статистичну обробку одержаних цифрових даних проводили за допомогою програми Statystika для Windows XP. При порівнянні досліджуваних показників та їх міжгрупових різниць використовували t-критерій Стьюдента. Результати середніх значень вважали статистично вірогідними при $p < 0,05$ –*, $p < 0,01$ –**, $p < 0,001$ –***

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вміст окремих мікроелементів у тканинах бджіл за підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні в умовах ентомологічних садків

За результатами дослідження мінерального складу тканин організму медоносних бджіл, які утримувались в умовах утримання в ентомологічних садках, встановлено, що внесення до цукрового сиропу борошна сої і цитрату Ні (IV група) та їх комплексного поєднання у V групі зумовлювало вірогідне ($p < 0,05-0,01$) зниження вмісту Fe, Со, Сu і Zn у тканинах бджіл IV групи (на 19,48; 0,18; 0,57 і 1,43 мг/кг) зі зростанням вмісту Ні (на 2,58 мг/кг) як у IV, так і V (на 2,23 мг/кг) дослідних групах, а Pb — тільки в IV групі (табл.3.1).

У той час як внесення цитрату Со до цукрового сиропу і борошна сої в III групі зумовлювало вірогідне зростання вмісту Со і Zn (на 1,23 і 3,78 мг/кг, $p < 0,01-0,001$) на тлі зниження рівня Сu і Pb (на 0,53 і 1,07 мг/кг, $p < 0,05-0,01$) і не вірогідно – Ні порівняно до їх вмісту у бджіл контрольної групи. Однак, включення цитратів Со та Ні до цукрового сиропу у поєднанні з борошном сої у бджіл V групи зберігало вірогідно вищий вміст Со (на 1,36 мг/кг, $p < 0,01$) порівняно з контрольною групою.

Встановлені зміни вмісту окремих мікроелементів у тканинах бджіл II групи зі зниженням вмісту Zn на 1,60 мг/кг, $p < 0,05$, проти їхнього рівня у контрольній групі, зумовлені, очевидно, згодовуванням їм борошна сої. Зниження вмісту Zn у тканинах бджіл II і IV ($p < 0,05$) груп, може вказувати на інгібуючий вплив антипоживних речовин сої на його засвоєння з перги і бджолиного обніжжя в їх організмі, що нівелюється цитратом Со у бджіл III групи.

Уміст мікроелементів у тканинах бджіл за їх підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ni, мг / кг сирової маси (M±m)

Мікро-елементи	Група бджіл				
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+БС	III-дослідна ЦС+БС+цитрат Со (2 мг)	IV-дослідна ЦС+БС+цитрат Ni (1 мг)	V-дослідна ЦС+БС+цитрат Со (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
Fe	45,04±12,48	43,63±10,96	38,38±6,66	25,56±5,06**	54,16±12,41*
Co	0,53±0,015	0,44±0,034	1,76±0,20**	0,35±0,017**	1,89±0,18**
Cu	1,82±0,12	2,17±0,11	1,29±0,13*	1,25±0,12*	1,36±0,11*
Zn	5,50±0,34	3,90±0,30*	9,28±0,24***	4,07±0,30*	5,26±0,21
Ni	1,73±0,15	1,63±0,18	1,30±0,30	4,31±0,19***	3,96±0,25**
Cd	Слід. конц.	Слід. конц.	Слід. конц.	Слід. конц.	Слід. конц.
Pb	1,62±0,13	1,26±0,10	0,55±0,034**	2,32±0,23**	1,67±0,13

Примітка: у цій і наступних таблицях вірогідні різниці за вмістом мікроелементів у тканинах усього організму медоносних бджіл II, III, IV та V – дослідних груп порівняно до I контрольної групи; * — $p < 0,05-0,02$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$.

Відомо, що Zn міститься у великій кількості у маточному молочку і квітковому пилку, тоді як у нектарі рослин його вміст є незначним. Личинки бджолиних маток під час інтенсивного росту відзначаються високим вмістом Zn у тканинах, тоді як у робочих бджіл його вміст знижується на 6-8 добу імагінального розвитку, коли бджоли-годувальниці починають додавати у підгодівлю личинкам вже старшого віку суміш меду і перги [204, 240]. Високі концентрації Zn у маточному молочку можуть стимулювати розвиток яєчників і яйцевих трубочок, що характерно для нормального фізіологічного функціонування статевої системи бджолиних маток [2, 289].

Отже, значне підвищення вмісту Zn у тканинах бджіл III групи може вказувати на синергічну дію Co в організмі на обмін Zn з підвищенням рівня його засвоєння.

Аналіз отриманих результатів з підгодівлі бджіл цитратами Co та Ni без борошна сої у другому періоді досліджень вказувало на виражені вірогідні різниці за вмістом окремих мікроелементів у тканинах бджіл II, III, IV і V дослідних груп порівняно до показників контрольної групи (I), що відображено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Уміст мікроелементів у тканинах бджіл за їх підгодівлі цитратами Co і Ni, мг / кг сирової маси (M±m)

Мікроелементи	Група бджіл				
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+БС	III-дослідна ЦС+цитрат Co (2 мг)	IV-дослідна ЦС+цитрат Ni (1 мг)	V-дослідна ЦС+цитрат Co (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
Fe	45,04±12,48	35,74±17,09**	55,61±14,07	63,70±19,68*	52,17±18,24*
Co	0,53±0,015	0,22±0,06**	0,72±0,08	0,35±0,07	0,24±0,05**
Cu	1,82±0,12	1,87±0,21	1,43±0,11	1,67±0,13	1,04±0,14*
Zn	5,50±0,34	5,14±0,42	12,83±0,35***	3,81±0,24*	5,41±0,21
Ni	1,73±0,15	1,01±0,11*	1,04±0,19	4,24±0,19***	5,73±0,15***
Cd	Слід. конц.	Слід. конц.	Слід. конц.	Слід. конц.	Слід. конц.
Pb	1,62±0,13	1,47±0,28	2,76±0,15**	2,56±0,34	1,81±0,27

Встановлено вірогідне зниження вмісту Fe у тканинах бджіл II ($p < 0,01$), на тлі вищого вмісту у IV і V ($p < 0,05$), дослідних груп порівняно до його вмісту у зразках тканин бджіл контрольної групи. Найнижчим вмістом Fe у тканинах організму відзначались бджоли II групи. Вірогідні зміни щодо зниження вмісту Fe можуть бути пов'язані з наявністю фітатів, які містяться

в бобах сої і проявляють інгібувальний вплив на засвоєння окремих мікроелементів, зокрема Fe, Zn, Cu, утворюючи важкорозчинні хелати з йонами цих металів в організмі тварин [221, 260]. Однак, поєднання цукрового сиропу з борошном сої у співвідношенні 1:1 в першому періоді досліджень не виявляло такого вірогідно вираженого впливу на вміст Fe у тканинах бджіл II групи. У той час як дія цитрату Ni в IV і V групах на рівень Fe у тканинах є аналогічною щодо його зниження.

Встановлено вірогідні різниці зниження вмісту Co у тканинах бджіл II і V (на 0,31 і 0,29 мг/кг, $p < 0,01$) груп порівняно до його показників у зразках тканин бджіл контрольної групи. Відомо, що Co підвищує біосинтез протеїнів і концентрацію γ -глобулінів у фракціях загального протеїну гемолімфи, а також ліпідів, гемолімфогенез і засвоєння Fe. Абсорбція Co в організмі проходить на вищому рівні у тварин з симптомами дефіциту Fe [22, 59]. Вірогідне зниження на 0,78 мг/кг ($p < 0,02$) також було встановлено за вмістом Cu в тканинах бджіл V групи порівняно до показників контрольної групи. Це може бути зумовлено антагоністичним впливом поєданого введення до сиропу Co і Ni щодо рівня Cu в організмі бджіл V групи.

Відомо, що Cu бере активну участь в біохімічних процесах як складова частина електронпереносних протеїнів, які здійснюють реакції окиснення органічних субстратів молекулярним киснем, а також входить до активних центрів амінооксидаз. Крім того, за поєданого впливу Co і Ni можливо зменшилась участь Cu в катаболізмі та інактивації низки фізіологічно активних біогенних амінів, а саме – гістаміну, серотоніну. Оскільки доведено, що гістамін міститься у великій кількості у бджолиній отруті [351, 333, 339].

Встановлено також вірогідне зростання вмісту Zn у тканинах бджіл III групи (на 7,33 мг/кг, $p < 0,001$), тоді як у тканинах бджіл IV групи спостерігалось зниження його вмісту (на 1,69 мг/кг, $p < 0,02$) порівняно з контрольною групою. Дослідженнями встановлено зниження вмісту Ni (на

0,68 мг/кг, $p < 0,02$) у тканинах бджіл II і не вірогідно – III груп, а також вірогідного ($p < 0,001$) зростання (на 2,55 і 4,04 мг/кг) в IV і V дослідних групах порівняно з його вмістом у тканинах бджіл контрольної групи. Встановлено також вірогідне зростання вмісту Pb у тканинах бджіл III (на 1,14 мг/кг, $p < 0,01$) і не вірогідне – IV дослідних груп порівняно до контрольної групи, що вказує на можливо посилюючий вплив цитрату Ni на засвоєння Pb в організмі бджіл, оскільки відзначено вищий рівень Pb у тканинах бджіл цієї групи і в першому етапі.

Висновки

1. Підгодівля бджіл борошном з бобів сої, цукровим сиропом і цитратом Co та цитратом Ni в умовах утримання у ентомологічних садках протягом 14 діб першого періоду досліджень зумовлює вірогідне ($p < 0,001$ і $p < 0,01$) зниження вмісту Fe у тканинах організму бджіл (IV, V) і Cu (III; IV та V) дослідних груп на тлі зростання ($p < 0,01$) вмісту Co у бджіл III і V груп, які одержували цукровий сироп, соєве борошно і цитрати Co та Ni.

2. Підгодівля бджіл борошном сої і цукровим сиропом з додаванням 2 мг Co у III групі і цитратів Co та Ni (в дозах 2 мг Co і 1 мг Ni) у V дослідній групі зумовлювали підвищення вмісту Co у їх тканинах на 1,23 і 1,36 мг/кг відповідно на тлі зниження в IV групі порівняно до його рівня у тканинах бджіл контрольної групи.

3. За умов підгодівлі бджіл цукровим сиропом і борошном сої (II група), а також додаткового введення цитрату Ni в дозі 1 мг (IV група), відзначено вірогідне зниження вмісту Zn у тканинах (на 1,60 і 1,43 мг/кг), тоді як додавання цитрату Co супроводжувалось вірогідним зростанням вмісту Zn у тканинах бджіл III–ої дослідної групи на 3,78 мг/кг, $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

4. Згодовування борошна сої і цукрового сиропу бджолам II дослідної групи у 2–му періоді досліджень вірогідно знижувало вміст Fe у тканинах на

109,3 мг/кг, а Со і Ні – на 0,31 і 0,68 мг/кг, тоді як додавання до цукрового сиропу 2 мг цитрату Со без сої у III групі супроводжувалось зростанням вмісту Zn і Pb (на 7,33 і 1,14 мг/кг) порівняно з контрольною групою.

5. Уведення до цукрового сиропу 1 мг цитрату Ні бджолам IV дослідної групи вірогідно знижувало у їх тканинах вміст Fe і Zn (на 81,34 і 1,69 мг/кг) зі зростанням вмісту Ні на 2,51 мг/кг порівняно до показників у контрольній групі.

6. Комплексне поєднання цитратів Со і Ні з цукровим сиропом у підгодівлі бджіл в дозах 2 мг Со і 1 мг Ні зумовлювало вірогідне зниження вмісту Fe, Со та Си у тканинах бджіл V дослідної групи (на 4,00; 92,87; 0,29 та 0,78 мг/кг) на тлі зростання рівня Ні порівняно із вмістом у тканинах бджіл контрольної групи.

Результати досліджень представлені у публікації [193].

3.2. Ліпідний обмін у тканинах організму бджіл за підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні в умовах ентомологічних садків

Аналіз отриманих результатів досліджень вказує на незначні відхилення показників умісту загальних ліпідів у зразках тканин бджіл II і V дослідних груп, що проявляли лише тенденцію до підвищення їх рівня порівняно з контрольною групою (табл.3.3). Більше виражені зміни встановлені щодо умісту окремих класів ліпідів, вірогідні різниці яких були відзначені у II, III, IV та V групах порівняно до показників у контрольній групі. Зокрема, відзначено вірогідне (108,2; 107,5 і 111,8%; $p < 0,01$) зростання умісту фосфоліпідів у тканинах бджіл III, IV і V груп порівняно до величини цього показника у контрольній групі. Це може вказувати на стимулюючий вплив Со і Ні цитратів на синтез цих ліпідів в організмі бджіл і їх адаптаційну здатність.

Таблиця 3.3

Уміст загальних ліпідів і їх класів у тканинах бджіл за згодовування борошна сої та цитратів Со і Ni, % (M±m)

Загальні ліпіди та їх класи	Група бджіл				
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+БС	III-дослідна ЦС+БС+цитрат Со (2 мг)	IV-дослідна ЦС+БС+цитрат Ni (1 мг)	V-дослідна ЦС+БС+цитрат Со (2 мг)+цитрат Ni (1 мг)
ЗЛ, г%	3,60±0,11	3,96±0,21	3,40±0,15	3,66±0,12	3,73±0,26
ФЛ	30,98±0,40	32,33±0,36	33,52±0,33**	33,31±0,26**	34,65±0,18**
МДАГ	11,90±0,43	14,19±0,37*	13,39±0,24*	13,34±0,20*	12,23±0,15
ВХ	11,34±0,40	11,86±0,28	11,66±0,30	11,60±0,30	11,80±0,37
НЕЖК	16,12±0,41	15,44±0,35	15,50±0,15	15,32±0,23	15,62±0,17
ТАГ	16,26±0,39	10,61±0,35***	10,84±0,30***	12,95±0,17**	11,72±0,23***
ЕХ	13,25±0,17	15,26±0,18**	15,09±0,26**	13,42±0,18	13,81±0,31

Примітка: вірогідні різниці у вмісті загальних ліпідів та окремих їхніх класів у тканинах організму медоносних бджіл II, III, IV і V дослідних груп порівняно до I контрольної групи; * — $p < 0,05-0,02$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$. У цій і наступних таблицях: ЗЛ - загальні ліпіди, ФЛ - фосфоліпіди, МДАГ - моно- та диацилгліцероли, ВХ - вільний холестерол, НЕЖК - неетерифіковані жирні кислоти, ТАГ - триацилгліцероли, ЕХ - етерифікований холестерол.

Збільшення ненасиченості фосфоліпідів клітинних мембран у бджіл за умов гіпотермії на тлі тривалого гіпобіозу впливає на посилення адаптаційної дегідратації в їхньому організмі шляхом витискання з тканин інтрацелюлярної води [70]. Це підвищує поріг опірності їх тіла до низьких температур навколишнього середовища. Встановлено виражені зміни щодо умісту моно- та диацилгліцеролів з вірогідним ($p < 0,05-0,02$) зростанням їхнього рівня у тканинах бджіл II (на 19,2%) і III та IV (на 12,5 та 12,1%) дослідних груп порівняно з їх умістом в контрольній групі.

Комахи перетравлюють і всмоктують ліпіди корму аналогічно механізмам біологічної абсорбції хребетних тварин. Однак, існують також і деякі метаболічні відмінності цих процесів. Зокрема, характерною рисою жирового обміну у бджіл є особливість ліпідтранспортної системи. Основні ліпіди корму в організмі бджіл трансформуються у диацилгліцероли, виконуючи як і глюкоза, також функцію енергетичного забезпечення, вміст якої визначають відмінні від ссавців гомеостатичні механізми, що контролюють її рівень у циркуляторному руслі гемолімфи бджіл [105]. Припускаємо, що зростання рівня МДАГ у тканинах організму бджіл (II, III та IV) дослідних груп, вказує на більш інтенсивне енергетичне забезпечення їх тканин за внесення до цукрового сиропу різних доз цитратів Со та Ні на тлі активних ліполітичних процесів, обумовлених деградацією депонованих в адипоцитах жирового тіла триацилгліцеролів. Вірогідні відмінності спостерігались щодо зниження вмісту триацилгліцеролів у зразках тканин бджіл II, III, IV та V (на 65,2; 66,6; 79,6 та 72,0%; $p < 0,01-0,001$) дослідних груп проти величини цього показника у контрольній групі.

Вірогідні зміни встановлено за відносним вмістом естерифікованого холестеролу у тканинах організму бджіл зі збільшенням його в II та III (на 15,1 та 13,8%; $p < 0,01$) дослідних групах порівняно зі зразками тканин бджіл у контрольній групі. Зростання умісту етерифікованого холестеролу у тканинах бджіл II та III дослідних груп може вказувати на вищу антиліполітичну активність ензимів, що регулюють процес його етерифікації за дії борошна сої та високої дози цитрату Со і відсутність такого впливу меншої (1 мг) дози Со та Ні цитратів.

Дані таблиці 3.4 вказують на незначні відхилення показників умісту загальних ліпідів без вірогідних різниць у тканинах бджіл II, III, IV та V дослідних груп порівняно з контрольною групою. Застосування цитрату Со і цитрату Ні без борошна сої на другому етапі досліджень свідчить про більше

виражений коригуючий вплив цих сполук на вміст окремих класів ліпідів у тканинах бджіл.

Таблиця 3.4

Уміст загальних ліпідів і їхніх класів у тканинах бджіл за умов підгодівлі цитратами Со і Ні, (M±m)

Загальні ліпіди та їх класи	Група бджіл				
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+БС	III-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	IV-дослідна ЦС+цитрат Ні (1 мг)	V-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг) + цитрат Ні (1 мг)
ЗЛ,г%	3,53±0,12	3,66±0,20	3,30±0,11	3,83±0,20	3,76±0,14
ФЛ	31,21±0,30	31,73±0,28	32,58±0,18*	33,20±0,20**	34,89±0,28***
МДАГ	9,35±0,31	14,70±0,16***	11,17±0,23**	11,98±0,28**	8,87±0,30
ВХ	11,01±0,18	10,80±0,30	11,90±0,37*	12,36±0,19**	6,84±0,23***
НЕЖК	12,00±0,34	15,52±0,27**	15,24±0,18**	14,80±0,29**	12,01±0,16
ТАГ	16,25±0,32	11,17±0,34***	11,80±0,20***	12,01±0,19***	17,34±0,19*
ЕХ	19,68±0,23	15,95±0,13***	17,27±0,23**	15,60±0,28***	20,02±0,25

Зокрема, аналіз результатів проведених досліджень вказує на вірогідне ($p < 0,02-0,001$) зростання умісту фосфоліпідів у тканинах бджіл III, IV і V дослідних груп (на 4,3; 6,3 і 11,8%) порівняно з їх умістом у зразках гомогенатів тканин контрольної групи. Ці дані узгоджуються з результатами вивчення відносного вмісту ФЛ у тканинах бджіл за дії цитратів Со і Ні у поєднанні з борошном сої, що вказує на основну дію цитратів МЕ, а не сої. Слід відзначити, що в будь-якій ліпідній мембрані ФЛ необхідні для стабілізації конформації та агрегації окремих компонентів у ензимних протеїнових комплексах, а також для створення гідрофобного середовища

утворенням безперервної структури з усіма властивостями, притаманними для них.

Також встановлено аналогічне зростання відносного умісту МДАГ (на 57,2; 19,4 та 28,1%, $p < 0,01-0,001$) від рівня в контролі на тлі зниження ТАГ (на 68,7; 72,6 та 73,9%, $p < 0,001$) у тканинах бджіл II, III та IV груп. Однак, у бджіл V групи встановлено зростання їх рівня (на 6,7%, $p < 0,05$). Одержані дані вказують на зміни умісту НЕЖК з вірогідним зростанням їх рівня у ліпідах тканин бджіл II, III і IV дослідних груп (на 29,3; 27,0 і 23,3%, $p < 0,01$) порівняно з контрольною (I) групою, що свідчить про активацію процесів ліполізу в організмі бджіл цих груп.

Висновки

1. Комплексна підгодівля бджіл з додаванням до 25 г борошна сої 25 мл (50%) цукрового сиропу і цитрату Со та цитрату Ні на першому етапі досліджень зумовлює вірогідне ($p < 0,05-0,02$; $p < 0,01$) зростання у зразках тканин організму бджіл III, IV та V дослідних груп умісту фосфоліпідів, моно- та диацилгліцеролів у II; III та IV та етерифікованого холестеролу лише в II і III групах на тлі вірогідного ($p < 0,001$) зниження умісту триацилгліцеролів у II; III; IV та V дослідних групах.

2. Роздільне внесення цитратів Со і Ні в дозах 2 і 1 мг відповідно до 25 мл (50%) цукрового сиропу бджолам III та IV дослідних груп і поєднане — 2мг Со+1мг Ні у V групі без борошна сої, зумовлює спрямовані вірогідні ($p < 0,02-0,01$; $p < 0,001$) різниці із зростанням у тканинах організму бджіл умісту фосфоліпідів і моно- та диацилгліцеролів на тлі зниження ($p < 0,001$) умісту триацилгліцеролів (аналогічно до першого етапу) на тлі зростання ($p < 0,05$) їх рівня лише у тканинах бджіл V групи, а також вільного холестеролу лише у III та IV ($p < 0,05-0,01$) та його зниження у зразках тканин

бджіл V групи ($p < 0,001$) зі зростанням ($p < 0,01$) умісту НЕЖК у тканинах бджіл II; III та IV дослідних груп порівняно з їхнім умістом у зразках тканин бджіл контрольної (I) групи.

Результати досліджень наведені у наступних публікаціях [189, 191, 216, 265].

3.3. Мінеральний обмін у тканинах організму та продукції бджіл за весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні

Відомо, що вміст мінеральних елементів у тканинах організму бджіл порівняно до їхньої кількості в рослинах, з яких були зібрані нектар і пилок, закономірно зростає з віком або залишається таким як у рослин. Характерно, що вміст окремих мінеральних елементів у тканинах медоносних бджіл значно коливається. Певний вплив зумовлює також фізіологічне значення окремих елементів для їхнього організму, оскільки медоносні бджоли здатні селективно нагромаджувати в тканинах організму мікроелементи залежно від рівня та співвідношення їх у компонентах корму [112, 117]. Зокрема, за умов підгодівлі бджіл борошном сої та цитратами Со і Ні встановлено вірогідно вищий вміст Со і Ні у тканинах організму II-V дослідних груп ($p < 0,001$) порівняно до контролю (табл. 3.5). Варто зазначити, що вищі різниці концентрації Со у тканинах цілого організму медоносних бджіл за включення соєвого борошна і в поєднанні з цитратом Ні до цукрового сиропу, може вказувати на безпосередню інгібувальну дію протеїнів сої на засвоюваність цього елемента в організмі медоносних бджіл.

Нижчі концентрації Zn встановлено у тканинах бджіл III (52,0 %) та IV (19,0 %) дослідних груп на тлі зростання вмісту Ge у III (50,0%) та IV (28,6 %) групах порівняно до контрольної групи. Суттєве зниження вмісту

Zn у тканинах бджіл дослідних груп, можна пов'язувати з особливостями метаболізму цих біогенних елементів у формі фітатних сполук соєвих бобів, що проявляють здатність до зниження рівнів засвоєння Zn на тлі їхнього абсорбційного інгібування [298, 301, 332].

Таблиця 3.5

Вміст окремих мінеральних елементів у тканинах бджіл, мг/кг маси (M±m)

Мінеральні елементи	Групи медоносних бджіл				
	I - контрольна ЦС	II -дослідна ЦС + БС	III- дослідна ЦС+БС+ цитрат Со(2мг)	IV -дослідна ЦС+БС+ цитрат Ni (1 мг)	V - дослідна ЦС+БС+ цитрат Со(2 мг)+ цитрат Ni(1мг)
Co	0,15±0,0003	0,19±0,0004***	0,64±0,013***	0,017±0,0003***	0,34±0,007***
Ni	0,11±0,002	0,25±0,005***	0,24±0,011***	0,019±0,004***	0,085±0,0017***
Se	0,29±0,006	0,35±0,007**	0,14±0,004***	0,32±0,006**	0,48±0,0096***
Ge	0,14±0,003	0,10±0,002***	0,21±0,004***	0,18±0,004***	0,14±0,003
Cu	3,02±0,06	3,18±0,006	3,30±0,07*	2,83±0,008*	4,45±0,089***
Zn	18,72±0,37	18,21±0,36	9,74±0,19***	3,56±0,14***	17,68±0,35
Fe	37,32±0,76	30,64±0,61*	44,35±0,89*	53,83±0,90***	47,12±0,94***

Встановлено вірогідно вищий рівень Se ($p < 0,001$) у тканинах цілого організму медоносних бджіл за умов підгодівлі як борошном сої, так і з цитратом Ni на тлі нижчого вмісту ($p < 0,001$) з цитратом Co.

Аналогічні зміни відзначені щодо вірогідного зростання вмісту Fe у тканинах бджіл як III (18,8%; $p < 0,05$), так і IV (44,2%; $p < 0,001$) і V (26,3%; $p < 0,001$) дослідних груп на тлі нижчого вмісту у II групі (17,9%; $p < 0,05$), порівняно до його вмісту у зразках тканин бджіл контрольної групи.

Відомо, що нагромадження Fe в процесі онтогенезу медоносних бджіл проходить нерівномірно, і найбільша його кількість депонується на 7 – 9 добу личинкової стадії. За нормального перебігу фізіологічних процесів, зокрема мінерального обміну в організмі робочих бджіл, концентрація Fe в середньому становить 80,36 – 174,33 мкг/г сухої речовини. Важливо також відзначити, що серед усіх досліджених мікроелементів найбільша кількість у

тканинах різних анатомічних відділів тіла бджіл припадає саме на вміст Fe з коливаннями від 37,5 до 68,2 мг/кг [167, 279, 281].

До демінералізуючих чинників, що здатні інгібувати впливати на засвоєння окремих мінеральних елементів з кормів відноситься фітинова кислота, яка міститься в значній кількості у бобах сої. Механізм такої дії фітинової кислоти пов'язаний з її сильними хелатоутворюючими властивостями, що сприяють утворенню міцних важкорозчинних (хелатних) комплексів з важливими для живлення тварин мінеральними елементами, а саме: Ca, Mg, Fe, Zn, Cu та амінокислотами. Доведено, що включення соєвого борошна до раціону тварин знижує доступність та засвоюваність більшості макро- і мікроелементів, що нормуються у живленні тварин.

Не менш важливим елементом, необхідним для нормального перебігу фізіологічних – біохімічних процесів в організмі медоносних бджіл є Cu. За результатами досліджень вміст Cu в тканинах II, III ($p < 0,05$) та V дослідних груп був вищим на тлі нижчого вмісту у зразках IV групи ($p < 0,05$) відповідно до показників її вмісту у тканинах бджіл контрольної групи. Встановлені коливання можуть свідчити про міжгрупові різниці надходження Cu з трофічного ланцюга, нагромадження її в окремих тканинах організму під впливом цитратів Co і Ni, оскільки Cu бере участь в різноманітних процесах метаболізму. Основна кількість Cu в організмі бджіл міститься в кутикулі – зовнішньому скелеті, який покриває тіло бджоли і хітинових утвореннях, що формують внутрішній скелет. Відомо, що від рівня Cu в організмі медоносних бджіл залежить інтенсивність синтезу амінокислот [246]. Значна кількість Cu виділяється з особливим секретом залоз молодих робочих бджіл – маточним молочком [58].

За даними літератури [24, 113, 222, 263], відомо про коливання концентрацій мінеральних речовин як в організмі медоносних бджіл, так і, відповідно, у продукції бджільництва, у т.ч. стільниках. У результаті проведених досліджень встановлені вірогідні різниці вмісту Co у стільниках

бджіл за згодовування цитрату Со (табл. 3.6). Зокрема вміст Со у зразках стільників III групи збільшувався в 28 разів, в V – у 15 разів ($p < 0,001$), що вказує на суттєвий рівень трансформації Со з його цитрату в організмі через восковидільні залози. Однак, збереження вмісту Со у зразках стільників бджіл II і V груп на однаковому рівні може вказувати на інтенсивне засвоєння цього елемента з борошна сої та інгібуючий вплив на цей процес Ni цитрату.

Таблиця 3.6

Вміст окремих мінеральних елементів у стільниках, мг/кг маси (M±m)

Мінеральні елементи	Групи медоносних бджіл				
	I - контрольна ЦС	II - дослідна Цс + БС	III- дослідна ЦС+БС+ цитрат Со (2мг)	IV - дослідна ЦС+БС+ цитрат Ni (1 мг)	V - дослідна ЦС+БС+ цитрат Со (2 мг)+ цитрат Ni (1мг)
Со	0,40±0,025	6,0±0,11 ^{***}	11,13±0,64 ^{***}	0,36±0,01	6,0±0,46 ^{***}
Ni	0,20±0,025	0,21±0,0065	0,24±0,022	0,76±0,009 ^{***}	0,74±0,009 ^{***}
Se	0,24±0,01	0,10±0,006 ^{***}	0,12±0,006 ^{***}	0,18±0,005 ^{**}	0,09±0,003 ^{***}
Ge	0,14±0,06	0,18±0,006	0,08±0,006	0,030±0,001	0,059±0,001
Cu	0,019±0,001	0,013±0,0006 ^{**}	0,51±0,015 ^{***}	0,85±0,015 ^{***}	0,06±0,006 ^{**}
Zn	2,02±0,04	4,29±0,05 ^{***}	1,83±0,03 ^{**}	2,73±0,06 ^{***}	1,69±0,05 ^{**}
Fe	5,95±0,03	5,20±0,06 ^{***}	10,77±0,23 ^{***}	15,3±0,06 ^{***}	16,04±0,33 ^{***}

Згодовування борошна сої та цитрату Ni сприяло вірогідному збільшенню Ni у IV та V групах, відповідно у 3,8 та 3,7 раза порівняно до контролю. Проте, вміст Se вірогідно зменшувався в II, III та V групах у 2,4 та у 2,0 рази щодо контролю. За результатами дослідження відзначено, що згодовування борошна натуральної сої та цитрату Со в III групі з додаванням до цих компонентів Ni у V групі зумовлювало вірогідне зменшення Zn у стільниках цих груп на 10,5 та 16,4 % ($p < 0,05$). Тоді як додавання до борошна сої цитрату Ni зумовлювало підвищення вмісту Zn у стільниках бджіл IV групи ($p < 0,001$). Вірогідно вищий вміст Fe у 1,8, 2,5 та 2,7 раза спостерігали у

зразках стільників III, IV та V груп, що вказує на синергічний вплив цитрату Ni і в меншій мірі Co на рівень трансформації Fe у секрет восковидільних залоз бджіл. Нижчий вміст Fe у стільниках бджіл II групи підтверджує відомості щодо інгібуючого впливу антипоживних речовин сої на засвоєння Fe з корму. Встановлені характерні зміни щодо вмісту Ge і Cu у стільниках бджіл дослідних груп вказують на інгібуючий вплив цитратів Co і Ni на рівень трансформації Ge та синергічну дію цих мікроелементів на вміст Cu у стільниках бджіл III-V груп.

За результатами дослідження вмісту мінеральних елементів у перзі медоносних бджіл спостерігали вірогідно вищі ($p < 0,01-0,001$) різниці для Co у III, IV і V дослідних групах (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Вміст мінеральних елементів у перзі бджіл, мг/кг маси ($M \pm m$)

Мінеральні елементи	Групи медоносних бджіл				
	I - контрольна ЦС	II -дослідна ЦС + БС	III- дослідна ЦС+БС+ цитрат Co (2мг)	IV - дослідна ЦС+БС+ цитрат Ni (1 мг)	V - дослідна ЦС+БС+ цитрат Co (2 мг)+ цитрат Ni (1мг)
Co мкг/кг	19,0±0,58	16,0±0,58*	58,0±11,55***	36,0±3,06**	54,0±2,08***
Ni	0,017±0,001	0,054±0,002***	0,19±0,017***	1,19±0,049***	1,15±0,029***
Se	1,73±0,10	1,28±0,057*	0,60±0,03***	1,81±0,06	0,84±0,03***
Ge	0,31±0,01	0,19±0,006***	0,32±0,025	0,36±0,021*	0,17±0,006***
Cu	3,49±0,16	3,82±0,16	12,4±0,67***	12,37±0,20***	6,60±0,19***
Zn	43,40±1,9	33,83±0,45**	56,8±0,61**	46,7±0,66	38,33±0,73
Fe	39,93±1,48	40,47±0,52	39,83±2,49	76,7±2,23***	36,1±1,87

Аналогічно вищі різниці характерні для Ni у всіх досліджуваних групах порівняно до контролю ($p < 0,05-0,001$). У зразках перги вміст Se був вірогідно нижчим у II, III та V дослідних групах, відповідно на 28%, 65%, 51%

порівняно до контролю. Введення добавок до сиропу сприяло зниженню Ge у зразках II (1,6 рази, $p < 0,001$) та V (1,8 рази, $p < 0,001$) груп на тлі зростання у зразках IV ($p < 0,05$) дослідних груп порівняно до контролю. Характерний вплив цитратів Co і Ni відзначено на вміст Cu, рівень якої підвищувався у перзі III –V груп в 2-4 рази. Тоді як вміст Zn зростав тільки у перзі III групи ($p < 0,001$) і знижувався — в II ($p < 0,01$) і V групах. Найменший вплив Co і Ni виявляли на вміст Fe, рівень якого був вищим ($p < 0,001$) лише у перзі IV групи.

Дослідженнями багатьох авторів відзначено залежність вмісту металів в бджолиному меді від інтенсивності екологічного забруднення середовища, рівня їх у ґрунтах, рослинах, воді, повітрі [23, 200, 203, 291].

За результатами дослідження відзначено, що згодовування з цукровим сиропом різної кількості цитратів Co та Ni зумовлювало не однакові відмінності вмісту окремих мінеральних елементів у меді (табл. 3.8).

Таблиця 3.8.

Вміст мінеральних елементів у меді бджіл, мг/кг маси ($M \pm m$)

Мінеральні елементи	Групи медоносних бджіл				
	I - контрольна ЦС	II -дослідна ЦС + БС	III- дослідна ЦС+БС+ цитрат Co (2мг)	IV - дослідна ЦС + БС+ цитрат Ni (1 мг)	V - дослідна ЦС +БС + цитрат Co (2 мг) + цитрат Ni (1мг)
Co мкг/кг	10,0±0,08	15,0±0,08***	18,0±0,05***	16,0±0,06***	14,0±0,08***
Ni	0,07±0,006	0,10±0,002**	0,29±0,017***	0,19±0,05	0,15±0,05
Se	0,73±0,10	0,28±0,057*	0,60±0,03	0,81±0,06	0,84±0,03
Ge	0,21±0,01	0,10±0,06	0,12±0,05	0,16±0,01*	0,17±0,06
Cu	1,49±0,06	1,82±0,06*	6,4±0,67***	6,37±0,02***	3,60±0,01***
Zn	23,40±0,09	13,83±0,05***	26,8±0,61**	16,7±0,06***	28,33±0,001***
Fe	29,93±0,04	20,47±0,05***	39,80±0,49***	26,7±0,001***	20,1±0,001***

Зокрема відмічено вірогідно вищі ($p < 0,001$) різниці для Co у III, IV і V дослідних групах. Аналогічно вищі різниці характерні для Ni у II і III групах порівняно до контролю ($p < 0,01-0,001$).

Вміст Se був нижчим у II ($p < 0,05$) та III групі, на тлі дещо вищого рівня у IV та V порівняно до контролю. Введення добавок до сиропу сприяло зниженню Ge у зразках II, III, IV ($p < 0,05$) та V дослідних груп. Характерний вплив цитратів Co і Ni відзначено на вміст Cu, рівень якої підвищувався у зразках меду III – V груп ($p < 0,05-0,001$) відповідно в 1,2-4,3 рази. Тоді як вміст Zn зростав у меді III і V груп ($p < 0,01-0,001$) і знижувався — в II і V групах ($p < 0,001$) порівняно до контролю. Аналогічні між групові коливання характерні для Fe, рівень якого був вищим лише у меді III групи ($p < 0,001$), а у зразках II, IV і V груп концентрація цього елемента була нижчою відповідно 1,5, 1,1 та 1,5 рази ($p < 0,001$) порівняно до контролю.

Підгодівля бджіл борошном сої та цитратами Co і Ni зумовлювала зміни якісних і фізико-хімічних показників меду дослідних груп та його біологічної цінності (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Якісні та фізико-хімічні показники поліфлорного меду ($M \pm m$)

Показники якості	Група медоносних бджіл				
	I - контрольна ЦС	II -дослідна ЦС + БС	III- дослідна ЦС+БС+ цитрат Co (2мг)	IV -дослідна ЦС +БС+ цитрат Ni (1 мг)	V - дослідна ЦС +БС+ цитрат Co (2 мг)+ цитрат Ni (1мг)
Пролін, мг/кг	255,4±12,12	287,52±4,25	353,38±13,72**	269,85±2,78	322,86±7,36**
Діастазне число, од.Готе	12,14±1,02	14,82±0,1***	12,36±0,24***	11,98±0,02***	11,45±0,24***
Масова частка води, %	20,73±0,06	20,68±0,06	21,66±0,06***	21,66±0,13**	20,65±0,06
pH	4,25±0,01	4,13±0,003**	3,95±0,003***	4,14±0,003***	4,22±0,003

Зокрема, вміст основної за кількістю та біологічним значенням амінокислоти проліну, що за даними літератури [50] сягає 226–1222 мкг/г, у меді всіх дослідних груп, був вищим порівняно до його рівня у контрольній (I) групі. Однак, вміст цієї амінокислоти у меді бджіл III і V груп, до компонентів підгодівлі яких додавали цитрат Со, був вірогідно вищим порівняно до контрольної групи в межах нормативно допустимих величин і не вірогідно переважав рівень його як у II, так і IV дослідних групах.

Відомо, що вміст проліну у нектарі більшості медоносів невисокий, проте бджоли в процесі біотрансформації нектару в мед суттєво доповнюють рівень проліну, який вироблений в їхньому організмі [270, 327, 337].

Стимулюючий вплив іонів Со на обмін протеїнів та амінокислот підтверджують дані літератури. Зокрема, характерне збільшення вмісту незамінних амінокислот у м'язах бджіл за підгодівлі хлориду Со [44, 53, 173] вказує на стимулюючу дію Со на метаболізм і рівень амінокислотного забезпечення організму. У меді бджіл, які отримували цитрат Со і Ні, зростала масова частка води, що може свідчити про гідрофільну дію цих мікроелементів. Поряд з тим, у зразках меду II, III і IV груп відзначено вірогідно вищий рівень водневих іонів, що вказує на стимулюючий вплив борошна сої та його поєднання з цитратами Со і Ні на мікробіологічні процеси в меді і його ферментативну активність у період дозрівання.

Отже, підгодівля бджіл з додаванням цукрового сиропу, борошна сої і цитратів Со та Ні стимулює мінеральний обмін у тканинах і синтез та збагачення меду проліном, що вказує на доцільність застосування цих добавок в живленні бджіл у весняний період.

Висновки.

1. За умов підгодівлі медоносних бджіл борошном сої, а також додатковим введенням цитратів Со і Ні відзначено зростання вмісту Со у III і V дослідних групах. Вміст Cu та Ni в тканинах II, III ($p < 0,05$) та V дослідних

груп був вищим на тлі нижчого вмісту Cu у зразках IV групи ($p < 0,05$) відповідно до показників їх вмісту у тканинах бджіл контрольної групи.

3. Комплексне поєднання цитратів Co і Ni, борошна сої з цукровим сиропом характеризувалось не вірогідним підвищенням Co, Ni, Cu, Fe на тлі зниження рівня Zn порівняно з вмістом у тканинах бджіл контрольної групи.

4. Введення цитратів Co і Ni до компонентів підгодівлі медоносних бджіл корегує обмін мінеральних речовин в їх організмі і потребує додаткових досліджень щодо з'ясування механізмів синергічної та антагоністичної їх дії в організмі комах.

5. Підгодівля бджіл у весняний період компонентами борошна сої та цитратів Co і Ni зумовила вірогідне збільшення Ni у IV та V дослідних групах на тлі зменшення ($p < 0,001$) вмісту Zn у стільниках бджіл. Встановлено вірогідне зменшення Se у вощині II, III, IV і V груп на тлі зростання Fe у III, IV і V дослідних груп ($p < 0,001$) порівняно до контрольної групи.

6. Підгодівля бджіл з додаванням цукрового сиропу, борошна сої і цитратів Co та Ni стимулює обмін речовин у тканинах організму бджіл і активізує синтез та збагачення меду проліном.

Результати наведених експериментальних досліджень представлені в публікаціях [184, 190, 192, 195, 258].

3.4. Вміст загальних ліпідів і жирних кислот у тканинах бджіл та їх продукції за весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Co і Ni

Результати досліджень вказують на вірогідні міжгрупові різниці вмісту як загальних ліпідів, так і їхніх окремих класів у гомогенатах тканин цілого організму бджіл (табл. 3.10). Зокрема, відзначено вірогідно вищий вміст загальних ліпідів у бджіл II, III, IV і V дослідних груп порівняно до

контрольної (I) групи. Більше вираженими ці відмінності спостерігаються у бджіл, які отримували з компонентами підгодівлі борошно сої (II гр.) та його поєднання з цитратом Со (III гр.) і цитратом Ні (IV гр.).

Таблиця 3.10.

Уміст загальних ліпідів і їхніх класів у тканинах бджіл, % (M±m)

Загальні ліпіди та їх класи	Групи бджіл				
	I- контрольна ЦС	II- дослідна ЦС + БС	III - дослідна ЦС + БС + цитрат Со (2мг)	IV - дослідна ЦС + БС + цитрат Ні (1мг)	V - дослідна БС + ЦС + цитрат Со (2мг) + Ні (1мг)
ЗЛ, г%	2,83±0,14	3,53±0,11**	3,90±0,14	3,70±0,11**	3,46±0,17*
ФЛ	34,05±0,41	34,23±0,26	27,56±0,27***	25,11±0,31***	25,05±0,23***
МДГ	14,23±0,30	14,31±0,25	10,22±0,18***	13,00±0,22*	12,62±0,32*
ВХ	8,21±0,31	6,39±0,20***	8,42±0,22	12,27±0,27***	7,20±0,23
НЕЖК	12,49±0,20	13,20±0,20	10,88±0,24**	7,42±0,23***	8,61±0,13***
ТАГ	13,73±0,23	11,11±0,25**	12,78±0,26	11,37±0,26**	14,69±0,15*
ЕХ	17,27±0,26	20,66±0,21***	30,08±0,25***	30,77±0,28***	31,82±0,37***

Комплексна підгодівля борошном сої і цитратами Со та Ні у бджіл V групи зумовлювала найнижче, але вірогідне зростання вмісту загальних ліпідів у їх тканинах. Очевидно, підгодівля бджіл борошном сої, що характеризується високим вмістом ліпідів і протеїнів, стимулювала процеси ліпогенезу в організмі та нагромадження ліпідів у жировому тілі, що відзначали й інші автори [110, 261]. Тоді як додавання до цукрового сиропу борошна сої і цитратів Со та Ні незначно підсилювало цей процес, проте суттєво змінювало співвідношення окремих фракцій ліпідів.

Зокрема, компоненти підгодівлі з високою вірогідністю ($p < 0,001$) зумовлювали підвищення відносного вмісту етерифікованого холестеролу у ліпідах тканин бджіл II, III, IV і V дослідних груп порівняно до контрольної

(I). Однак, більше виражені міжгрупові різниці встановлені для бджіл III, IV і V груп, які отримували крім цукрового сиропу і борошна сої, ще й цитрати Со і Ні роздільно, а також поєднано. Отримані дані можуть вказувати на визначальний вплив борошна сої на зростання етерифікації холестеролу в тканинах бджіл, а також на підсилення цього впливу цитратом Со і Ні та їхнім комплексним застосуванням у V групі. Однак, вплив цих аліментарних чинників на відносний вміст вільного холестеролу не виявив такої чіткої залежності. Зокрема, у бджіл II групи рівень вільного холестеролу зменшувався ($p < 0,001$) за додавання цитрату Ні та зберігався на рівні контрольної групи за підгодівлі цитратом Со (III гр.) і його поєднання в V групі з цитратом Ні. Встановлені міжгрупові відмінності відносного вмісту ВХ і ЕХ за дії компонентів підгодівлі корелюють з розподілом НЕЖК у ліпідах тканин бджіл цих груп. Зокрема, якщо підгодівля бджіл II групи борошном сої і цукровим сиропом зумовлювала не вірогідне підвищення рівня НЕЖК у ліпідах тканин, то додавання до цих компонентів цитрату Со і Ні, а також їх суміші супроводжувалось вірогідним зниженням рівня цієї фракції у бджіл III, IV і V груп.

Відносний вміст фосфоліпідів, а також моно- і диацилгліцеролів у ліпідах тканин бджіл дослідних груп зберігав однакову залежність – не змінювався в II групі, але вірогідно зменшувався в III, IV і V дослідних групах. Відзначена залежність змін вказаних фракцій свідчить про однаково направлену біологічну дію борошна з бобів сої у поєднанні з цитратом Со і Ні та їхнього комплексного застосування з компонентами підгодівлі на співвідношення фосфоліпідів і моно- і диацилгліцеролів у ліпідах гомогенатів тканин бджіл. Очевидно, внесення до компонентів підгодівлі цитратів Со і Ні стимулювало розщеплення з участю фосфоліпаз цих класів ліпідів корму, а також посилювало використання їх в метаболічних процесах організму за умов інтенсивного фізичного навантаження бджіл у період активного медозбору. Це зумовлювало зниження відносного вмісту

фосфоліпідів і моно– і диацилгліцеролів у тканинах, у т. ч. в жировому тілі організму бджіл. Вважають, що будь який жир перед тим як метаболізуватись, проходить стадію відкладання про запас переважно у вигляді триацилгліцеролів в жировому депо, а потім розноситься гемолімфою по всьому організму [20, 198].

Відносний вміст триацилгліцеролів виявляв зниження у тканинах бджіл II ($p < 0,01$), III і IV ($p < 0,01$) груп, тоді як у V групі відзначено вищий рівень цієї фракції порівняно до контролю. Це вказує на оптимізуючий вплив комплексної підгодівлі бджіл цукровим сиропом, борошном сої та цитратів Co і Ni на біосинтез і депонування триацилгліцеролів у тканинах організму. Доведено, що запаси ліпідів в організмі бджіл, за умови достатнього надходження компонентів живлення, можуть нагромаджуватися у жировому тілі в значних кількостях, в першу чергу у формі триацилгліцеролів [60].

Встановлені відмінності у співвідношенні моно– і диацилгліцеролів, триацилгліцеролів у ліпідах організму бджіл можуть вказувати на особливості регуляторного впливу цитратів Co і Ni та їх сумісного згодовування з борошном сої на біосинтез і нагромадження цих класів ліпідів у тканинах у період весняної підгодівлі. Зокрема, в дослідженнях *in vitro* показано, що іони Ni збільшували поглинання глюкози, її окиснення до CO_2 , його включення у фракції ліпідів і глікоген [53, 173, 390]. Відзначено, що Ni впливає на активність більше 10 ензимів, з яких 4 ідентифіковано як нікель залежними. Характерно, що дія Ni на активність ензиму зумовлює аналогічний синергічний вплив деяких інших мікроелементів. Тоді як Co підвищує біосинтез протеїнів, ліпідів, гемолімфогенез і засвоєння Fe, а його абсорбція в організмі проходить на вищому рівні у тварин з симптомами дефіциту Феруму. Уведення до штучного корму бджіл $CoCl_2$ збільшувало споживання корму личинками, їхню масу та проміри тіла, у т. ч. хоботка, крил і хітинових частин черевця молодих бджіл [44, 53, 173].

Поряд з тим, аналіз вмісту насичених і ненасичених жирних кислот у ліпідах тканин бджіл вказує на незначні міжгрупові відмінності їх рівня у другій групі (99,7 %) порівняно до контрольної (I), але вищі у III (102,1 %), IV (103 %) і V (104,1 %) групах. Встановлені для загального вмісту жирних кислот спрямованість і рівні міжгрупових відмінностей зберігаються для насичених і ненасичених жирних кислот. Однак, вищий вміст поліненасичених жирних кислот у ліпідах тканин бджіл III – V груп порівняно до I групи був більше виражений (102,2 – 104,6 %), ніж мононенасичених (101,5 – 101,9 %). Це вказує на більше виражений, ніж борошна сої прояв коригуючого впливу застосованих добавок цитратів Со і Ні на вміст насичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах організму бджіл.

Відомо, що введені до підгодівлі бджіл мінеральні солі Со активують обмінні процеси в організмі медоносних бджіл і підвищують їх резистентність і плодючість маток [53, 220]. Однак, літературні дані щодо метаболічного впливу сполук Ні в організмі бджіл у доступних нам джерелах відсутні. Тоді як результати наших досліджень свідчать про коригуючий вплив цитрату Ні, отриманого нанотехнологічними методами [131], на обмін ліпідів у бджіл. Ця сполука зумовлює вірогідні зміни у співвідношенні окремих класів ліпідів тканин бджіл з підвищенням відносного вмісту етерифікованого холестеролу і НЕЖК.

Аналіз абсолютного вмісту окремих насичених жирних кислот у ліпідах тканин організму бджіл вказує на стимулюючий вплив як роздільного, так і поєднаного застосування цитратів Со і Ні на рівень насичених, крім стеаринової, яка виявляла тенденцію до зниження, та ейкозанової жирних кислот, вміст якої не змінювався. Це зумовлювало вірогідно, крім пальмітинової, вищий вміст насичених жирних кислот у ліпідах тканин бджіл III, IV і V груп на тлі збереження рівня контрольної групи у II дослідній групі (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Вміст насичених жирних кислот у тканинах медоносних бджіл, г/кг сирової маси (M±m)

Жирні кислоти та їх код	Група				
	I- контрольна цукровий сироп (ЦР)	II- дослідна БС +ЦР	III- дослідна БС+ЦР+ цитрат Со	IV- дослідна БС+ЦР+ цитрат Ні	V – дослідна БС + ЦР+ цитрати Со + Ні
Каприлова, C _{8:0}	0,04±0,003	0,04±0,003	0,05±0,003*	0,05±0,003*	0,05±0,003*
Капринова, C _{10:0}	0,02±0,003	0,02±0,003	0,03±0,003*	0,03±0,003*	0,03±0,003*
Лауринова, C _{12:0}	0,02±0,003	0,02±0,003	0,03±0,003*	0,03±0,003*	0,03±0,003*
Міристинова, C _{14:0}	0,03±0,003	0,03±0,003	0,04±0,003*	0,04±0,003*	0,04±0,003*
Пентадеканова, C _{15:0}	0,04±0,003	0,04±0,003	0,05±0,003*	0,05±0,003*	0,05±0,003*
Пальмітинова, C _{16:0}	1,17±0,029	1,15±0,018	1,22±0,032	1,22±0,038	1,23±0,038
Стеаринова, C _{18:0}	0,91±0,019	0,89±0,019	0,88±0,020	0,87±0,012	0,87±0,013
Ейкозанова, C _{20:0}	0,10±0,003	0,11±0,003*	0,10±0,003	0,10±0,003	0,10±0,003
Сума насичених жирних кислот, % до контролю	2,33 100	2,30 98,7	2,40 103,0	2,39 102,6	2,40 103,0

Отже, можна вважати, що цитрати Со і Ні мають аналогічний стимулюючий вплив на вміст насичених жирних кислот C_{8:0}–C_{16:0} у ліпідах тканин бджіл, проте сумісне застосування їх у весняній підгодівлі не підсилює цього фізіологічного ефекту.

Вивчення показників вмісту ненасичених жирних кислот у ліпідах тканин бджіл свідчить про певні відмінності обміну ненасичених жирних кислот у їх організмі (табл. 3.12).

Таблиця 3.12.

**Вміст ненасичених жирних кислот у тканинах медоносних бджіл,
г/кг сирової маси (M±m)**

Жирні кислоти та їх код	Група				
	I- контрольна (ЦР)	II- дослідна БС +ЦР	III- дослідна БС+ЦР+ цитрат Со	IV- дослідна БС +ЦР+ цитрат Ni	V- дослідна БС + ЦР+ цитрати Со + Ni
Пальмітоолеїнова, C _{16:1}	0,07±0,003	0,08±0,003 [*]	0,09±0,003 ^{**}	0,09±0,003 ^{**}	0,10±0,003 ^{***}
Олеїнова, C _{18:1}	3,80±0,026	3,79±0,029	3,83±0,029	3,83±0,023	3,84±0,02
Лінолева, C _{18:2}	2,88±0,020	2,94±0,035	2,98±0,035 [*]	3,00±0,035 [*]	3,02±0,032 [*]
Ліноленова, C _{18:3}	3,88±0,050	3,79±0,945	3,87±0,050	3,91±0,050	3,94±0,047
Ейкозаєнова, C _{20:1}	0,25±0,23	0,25±0,003	0,26±0,003 [*]	0,26±0,003 [*]	0,26±0,003 [*]
Ейкозадієнова C _{20:2}	0,29±0,003	0,31±0,003 ^{**}	0,33±0,003 ^{***}	0,34±0,003	0,34±0,003 ^{***}
Ейкозатриєнова, C _{20:3}	0,17±0,033	0,19±0,003 ^{**}	0,21±0,003 ^{***}	0,22±0,003	0,22±0,003 ^{***}
Арахідонова, C _{20:4}	3,06±0,029	3,15±0,027	3,20±0,019 ^{**}	3,21±0,022 ^{**}	3,24±0,013 ^{***}
Ейкозапентаєнова, C _{20:5}	2,25±0,032	2,16±0,012 [*]	2,20±0,015	2,23±0,015	2,27±0,015
Докозаєнова, C _{22:2}	0,88±0,015	0,91±0,015	0,94±0,015 [*]	0,95±0,018 [*]	0,97±0,015 ^{**}
Докозатриєнова, C _{22:3}	0,28±0,009	0,26±0,009	0,28±0,009	0,29±0,009	0,29±0,009
Докозатетраєнова, C _{22:4}	0,38±0,012	0,36±0,012	0,39±0,013	0,40±0,012	0,41±0,010
Докозапентаєнова C _{22:5}	0,48±0,017	0,44±0,015	0,48±0,015	0,49±0,018	0,50±0,018
Докозагексаєнова, C _{22:6}	0,57±0,018	0,55±0,012	0,58±0,020	0,60±0,017	0,62±0,012 [*]
Вміст ненасичених жирних кислот % до контролю	19,24	19,18	19,64	19,82	20,02
	100	99,7	102,1	103,0	104,1
мононенасичених	4,12	4,12	4,18	4,18	4,20
поліненасичених	15,12	15,06	15,46	15,64	15,82

Зокрема, абсолютний вміст менш ненасичених жирних кислот ($C_{16:1}$; $C_{20:2}$; $C_{22:2}$), а також ейкозатриєнової ($C_{20:3}$) і арахідонової ($C_{20:4}$) був вищим у ліпідах тканин бджіл усіх дослідних груп з вірогідними різницями в III – V групах стосовно контролю.

Характерно, що вміст олеїнової, ліноленої, ейкозапентаєнової (крім II групи) і докозаєнових ($C_{22:3}$; $C_{22:4}$; $C_{22:5}$ і $C_{22:6}$) жирних кислот у ліпідах тканин бджіл дослідних груп суттєво не змінювався порівняно до контролю зі збереженням стабільної тенденції до вищого їх рівня у бджіл IV і V груп.

Для докозагексаєнової жирної кислоти цей рівень у V групі був вірогідно вищим від контролю. Аналогічну залежність з підвищення вмісту $C_{22:6}$ у тканинах усього організму бджіл відзначено за їх підгодівлі цитратами Se і Ge [111]. Ці дані вказують на подібні механізми дії цитратів Co, Ni, Se і Ge на обмін поліненасичених жирних кислот у бджіл. Поряд з тим, коригуючий вплив цитрату Co і Ni у значній мірі залежить від ступеня ненасиченості жирних кислот, а також вмісту їх у ліпідах тканин, що підтверджують дані літератури [259, 262].

Висновки

1. Підгодівля медоносних бджіл у весняний період борошном сої, а також його сумішшю з цитратами Co і Ni зумовлює вірогідно вищий вміст загальних ліпідів і зміни співвідношення окремих їх класів в гомогенаті тканин організму бджіл II, III, IV і V дослідних груп, проте більше виражений біологічний вплив добавок відзначено в III і IV групах за сумісної дії сої і цитратів Co та Ni.

2. У ліпідах тканин бджіл III, IV і V дослідних груп встановлено нижчий рівень ФЛ, МДГ і НЕЖК, але вищий – ЕХ у цих групах, ВХ – для IV, а ТАГ – для V груп.

3. Внесення до компонентів підгодівлі Co і Ni стимулює підвищення вмісту більшості насичених, крім $C_{18:0}$ і $C_{20:0}$, жирних кислот у ліпідах тканин

їх організму, проте поєднане застосування цих сполук не підсилює їх фізіологічного впливу на рівень насичених жирних кислот у ліпідах тканин.

4. Вміст ненасичених жирних кислот у ліпідах тканин бджіл дослідних груп виявляв зворотній зв'язок з ступенем не насиченості цих кислот та їх рівнем у ліпідах, проте вміст олеїнової, лінолевої і докозаєнових $C_{22:3}$, $C_{22:4}$, $C_{22:5}$ жирних кислот вірогідно не відрізнявся від контролю.

Результати наведених експериментальних досліджень представлені в публікаціях [182, 258].

3.5. Мінеральний склад тканин організму та продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні у весняний період

Наявність у живих організмів адаптаційних механізмів, що дозволяють переносити різноманітні умови зовнішнього середовища, що змінюються, призводить до появи варіації допустимих меж фізіологічних характеристик. Крім того, рівень концентрування в організмі мінеральних речовин служить важливою характеристикою фізіологічних показників організму [82].

Аналіз даних вказує на суттєві міжгрупові відмінності вмісту макро- і мікроелементів у тканинах бджіл у період весняної підгодівлі цитратами Со та Ні. Зокрема, внесення до 0,3 л цукрового сиропу 2 мг Ні цитрату, зумовлювало вищий вміст Mg і Fe ($p < 0,05$) та Ні ($p < 0,01$) у тканинах організму бджіл II групи на тлі нижчого рівня Zn і Со ($p < 0,05-0,01$) порівняно до контролю (табл. 3.13).

Додавання до сиропу 1 мг Ні зберігало вищий вміст Fe ($p < 0,001$), Со ($p < 0,05$) і Ні ($p < 0,001$) аналогічно II групи, а також Mn ($p < 0,001$), але знижувало рівень Cu ($p < 0,05$) і Se ($p < 0,05$) у тканинах бджіл IV групи. Поєднане внесення 1 мг Ні і 2 мг Со у вигляді цитрату викликало підвищення вмісту Fe ($p < 0,05$), Со ($p < 0,001$) і Ні ($p < 0,05$) та зниження – Mg ($p < 0,05$), Zn

($p < 0,01$), Cu ($p < 0,001$) у тканинах бджіл V групи. Внесення до сиропу 2 мг Co зумовлювало вищий вміст лише Fe і Co ($p < 0,001$) та нижчий – Cu ($p < 0,05$) у тканинах бджіл III групи.

Таблиця 3.13

Вміст окремих мінеральних елементів у тканинах організму бджіл, мг/кг ($M \pm m$)

Мінеральні елементи	Група бджіл				
	I- контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Ni (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Co (2 мг)	IV-дослідна ЦС+цитрат Ni (1 мг)	V-дослідна ЦС+цитрат Co (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
Mg	417,9±22,7	530,7±17,36*	458,9±20,94	372,0±1,84	306,0±10,92*
Mn	47,2±2,14	49,01±3,09	45,5±3,63	72,5±1,74***	43,7±0,58
Zn	26,6±1,48	16,2±0,26**	14,8±0,46***	23,8±0,87	17,5±0,84**
Fe	45,2±0,69	52,3±2,33*	68,3±2,31***	68,7±1,16***	48,1±0,35*
Co	0,03±0,002	0,02±0,002*	0,3±0,005***	0,04±0,002*	0,2±0,01***
Cu	6,9±0,46	5,5±0,66	5,3±0,26*	4,1±0,46**	3,5±0,06***
Se	0,2±0,05	0,2±0,02	0,3±0,01	0,07±0,003*	0,2±0,02
Ni	0,2±0,03	0,3±0,02	0,2±0,01	0,4±0,006**	0,3±0,02*
Ge	0,3±0,07	0,2±0,01	0,3±0,04	0,4±0,04	0,1±0,01*

Характерно, що як роздільне, так і поєднане додавання Ni і Co зумовлювало однонаправлені зміни щодо вмісту Zn, Fe і Ni у тканинах бджіл всіх чотирьох дослідних груп з підвищенням рівня Fe і Ni та зниженням Zn і Cu. Тоді як вміст Co був вірогідно вищим у тканинах бджіл, яким роздільно згодовували 2 мг Co (III гр.), 1 мг Ni (IV гр.) та їх суміш у V групі, але рівень Co був нижчим на 50% у II групі з додаванням 2 мг Ni. Отримані результати вказують на виражену синергічну дію Ni на вміст Fe в дозі 1 і 2 мг, Mg – тільки 1 мг та антагоністичну – щодо Zn і Co. Цитрат Co зумовлював

синергічний вплив лише на зростання вмісту Fe, антагоністичний – Zn і Cu, що необхідно враховувати у схемах мінеральної підгодівлі бджіл у весняний період.

Перга є єдиним натуральним джерелом протеїну і мінеральних речовин для бджіл, вона має також цілу низку інших речовин, що беруть участь в обмінних процесах організму бджіл [36, 45]. За результатами дослідження у перзі бджіл у період весняної підгодівлі цитратами Co та Ni спостерігали міжгрупові відмінності вмісту макро- і мікроелементів (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Вміст мінеральних елементів у перзі бджіл, мг/кг (M±m)

Мінеральні елементи	Група бджіл				
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Ni (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Co (2 мг)	IV-дослідна ЦС+цитрат Ni (1 мг)	V-дослідна ЦС+цитрат Co (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
Mg	27,9±2,7	33,0±2,4	35,5±0,05*	27,0±0,84	26,0±0,32
Mn	17,2±0,14	19,01±0,09***	15,5±1,03	22,5±0,04***	23,7±0,05***
Zn	16,6±1,08	16,2±0,30	14,8±0,06	18,0±0,07	17,5±0,04
Fe	35,5±0,05	32,3±0,003***	48,3±1,31***	58,7±1,16***	58,1±0,05***
Co	0,13±0,02	0,12±0,02	0,20±0,05	0,14±0,02	0,12±0,01
Cu	5,9±0,06	5,0±0,06***	4,8±0,05***	3,1±0,02***	2,8±0,06***
Se	1,20±0,05	1,53±0,05**	1,3±0,01	1,7±0,03***	1,2±0,05
Ni	1,45±0,03	1,38±0,02	1,25±0,01**	1,73±0,05**	1,35±0,02*
Ge	0,31±0,05	0,18±0,01	0,35±0,02	0,38±0,02	0,15±0,05

Зокрема, внесення до 0,3 л цукрового сиропу 2 мг Ni, у вигляді цитрату, зумовлювало вищий вміст Mn і Fe (p<0,001) у перзі II, III (крім Mn), IV та V групи на тлі нижчого рівня Cu (p<0,001) порівняно до контролю. Поєднане внесення 1 мг Ni і 2мг Co у вигляді цитрату викликало підвищення вмісту Fe (p<0,01), Mn (p<0,001) та зниження Cu (p<0,001) і Ni (p<0,05) у перзі бджіл V групи. Внесення до сиропу 2 мг Co зумовлювало вищий вміст

лише Mg ($p < 0,05$) і Fe ($p < 0,001$) та нижчий – Cu ($p < 0,001$), Ni ($p < 0,01$) у перзі бджіл III групи.

Відомо, що рівень мінеральних речовин в стільниках змінюється в залежності від терміну їх використання, екологічних умов утримання і живлення бджіл, особливостей адаптації бджолиних сімей до природних умов і вмісту мікроелементів у кормах [110, 209, 212].

За результатами дослідження вмісту мінеральних елементів у стільниках медоносних бджіл в період весняної підгодівлі цукровим сиропом і цитратами Co і Ni, спостерігали вірогідне збільшення вмісту Mg, Zn, Fe, Ge (крім IV групи), Co, Cu, Ni у зразках з вуликів дослідних груп (табл. 3.15). Однак, для Se відзначено суттєве зниження ($p < 0,001$) його вмісту у стільниках дослідних груп щодо контрольної групи.

Зокрема, вміст Fe був вірогідно вищим у всіх досліджуваних зразках порівняно зі зразками I групи. У той час як для Ge у IV групі бджіл, яким згодовували цукровий сироп та цитрат Ni спостерігалось зниження вмісту цього елементу в 1,4 рази порівняно з контрольною групою.

Комплексна підгодівля бджіл цукровим сиропом і цитратами Co зумовлювала вірогідне збільшення вмісту Co у стільниках III і V груп щодо контрольної групи. Вміст Cu у II дослідній групі вірогідно збільшувався в 1,2 рази ($p < 0,01$), III групі – 1,1 рази ($p < 0,05$), IV групі – 1,3 рази ($p < 0,01$) та V групі – 1,2 рази ($p < 0,01$).

Вміст окремих мінеральних елементів у стільниках, мг/кг ($M \pm m$)

Мінеральні елементи	Група бджіл				
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Ni (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	IV-дослідна ЦС+цитрат Ni (1 мг)	V- дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
Mg	18,3±0,37	30,1±0,61 ^{***}	24,4±0,49 ^{***}	20,8±4,02	35,6±0,71 ^{***}
Zn	0,8±0,02	1,6±0,03 ^{***}	2,8±0,06 ^{***}	6,0±0,12 ^{***}	3,8±0,08 ^{***}
Fe	1,6±0,03	3,2±0,06 ^{***}	9,9±0,21 ^{***}	12,3±0,25 ^{***}	10,9±0,22 ^{***}
Se	0,7±0,014	0,4±0,007 ^{***}	0,03±0,0007 ^{***}	0,03±0,0005 ^{***}	0,04±0,0008 ^{***}
Ge	0,09±0,002	0,1±0,003 ^{***}	0,2±0,004 ^{***}	0,06±0,001 ^{***}	0,13±0,003 ^{***}
Со (мкг/кг)	2,4±0,14	11,0±0,22 ^{***}	46,0±1,2 ^{***}	12,0±0,13 ^{***}	23,2±1,3 ^{***}
Сu (мкг/кг)	3,6±0,13	4,3±0,12 ^{**}	4,2±0,13 [*]	4,6±0,12 ^{**}	4,4±0,1 ^{**}
Ni (мкг/кг)	2,7±0,12	8,4±0,21 ^{***}	8,4±0,21 ^{***}	10,9±2,02 ^{**}	8,4±0,21 ^{***}

Слід відмітити вірогідне збільшення Ni у всіх досліджених зразках, зокрема в IV групі за дії Ni цитрату вміст цього елементу збільшувався у 4,04 рази порівняно з контролем. Отже, додаткове згодовування бджолам з сиропом Со та Ni у вигляді цитрату зумовлювало вірогідні різниці вмісту мінеральних елементів, що досліджувались у продукції медоносних бджіл.

Результати досліджень мінеральних елементів у меді вказують на вірогідні міжгрупові різниці їх вмісту (табл. 3.16). Зокрема, відзначено вірогідно вищий вміст Mg у меді III групи в 1,2 раза ($p < 0,01$) та Zn — в IV групі у 2,0 рази ($p < 0,05$) порівняно з I групою. Тоді як вміст Fe вірогідно збільшувався у всіх досліджуваних зразках порівняно до контролю.

Вміст окремих мінеральних елементів у меді, мг/кг ($M \pm m$)

Мінеральні елементи	Група бджіл				
	I- контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Ni (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	IV-дослідна ЦС+цитрат Ni (1 мг)	V- дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
Mg	15,6±0,19	15,9±2,02	19,5±0,66**	13,8±0,73	16,2±0,73
Zn	0,9±0,09	1,6±0,35	1,7±0,29	1,9±0,3*	1,1±0,05
Fe	1,3±0,31	6,6±0,24***	4,9±0,28***	5,9±0,84**	10,3±0,55***
Se	0,9±0,07	0,8±0,013	0,4±0,005***	0,5±0,01**	0,4±0,006***
Ge	0,4±0,006	0,3±0,005***	0,4±0,008	0,3±0,005***	0,2±0,005***
Со (мкг/кг)	2,43±0,008	4,6±0,69*	42,3±4,05***	3,3±0,76	35,0±5,5**
Сu (мкг/кг)	4,3±0,08	110,7±6,17***	141,7±7,88***	75,2±1,09***	69,0±4,04***
Ni (мкг/кг)	6,6±0,28	8,5±0,13**	8,3±0,09**	8,6±0,11**	8,6±0,20**

Підгодівля цукровим сиропом та цитратами Со і Ni бджіл III і V груп зумовлювала найнижчий вміст Se у меді ($p < 0,001$) цих груп і менше виражене зниження за дії Ni цитрату у IV групі ($p < 0,01$). Уміст Ge у меді був вірогідно нижчим у сім'ях бджіл, яким згодовували як високу (2 мг Ni, III група), так і нижчу (1 мг Ni, IV група) його дози, а також суміші Ni і Со цитратів у V групі.

Характерно, що у меді III і V груп спостерігали вірогідне збільшення Со в 17,4 рази ($p < 0,001$) та в 14,4 рази ($p < 0,01$), відповідно, що може вказувати на високий рівень трансформації Со з Со цитрату в медовому зобику бджіл у мед. Тоді як рівень Cu суттєво ($p < 0,001$) збільшувався у всіх

досліджених зразках щодо контролю, проте більше виражений цей процес у бджіл за дії вищих доз Ni (III група) і Co (IV група).

Слід зазначити, примірно однакове вірогідне ($p < 0,01$) збільшення Ni у всіх зразках меду бджіл, яким згодовували цукровий сироп з цитратами Co і Ni: 29,2% (II гр.), 25,7% (III гр.) та 30,3% (IV і V гр.) порівняно до контрольної групи.

До показників контролю якості натурального меду відповідно з вимогами ДСТУ 4497:2005 [68] відносять вміст проліну, діастазного числа та масової частки води. Вміст проліну в меді може вказувати також на його біологічну цінність [65, 386].

За результатами дослідження відзначено, що згодовування цукрового сиропу з різною кількістю цитратів нікелю та кобальту зумовлювало не однакові вірогідні відмінності якісних показників в меді. Зокрема, за умов згодовування меншої кількості цитрату нікелю спостерігали вищий вміст проліну у IV групі в 1,4 рази ($p < 0,001$) порівняно до контролю (табл.3.17).

Таблиця 3.17

Якісні та фізико-хімічні показники поліфлорного меду ($M \pm m$)

Показники якості	Група бджіл				
	I- контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Ni (2 мг)	III- дослідна ЦС+цитрат Co (2 мг)	IV-дослідна ЦС+цитрат Ni (1 мг)	V- дослідна ЦС+цитрат Co (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
Пролін, мг/кг	192,4±4,80	219,7±6,54*	185,2±3,15	268,7±4,80***	226,9±1,82**
Діастазне число, од.Готе	19,5±0,39	22,1±0,11**	24,3±0,34***	25,7±0,28***	25,6±0,19***
Масова частка води, %	17,7±0,06	16,8±0,12*	16,8±0,12*	16,9±0,13*	16,7±0,06***
pH	4,27±0,009	4,46±0,006***	4,30±0,009	4,42±0,005***	4,32±0,01*

Вірогідно вищий рівень відзначено за умов згодовування цитрату Ні та цитратів Со і Ні у зразках меду II та V груп відповідно у 1,1 та 1,2 рази ($p < 0,05$; $0,01$) щодо контролю.

Найбільш вагоме значення щодо якісної оцінки меду має активність діастази, тому що з кількісної точки зору вона прямо пов'язана з іншими ензимами, які містяться в меді. Діастазне число – це основний показник зрілості та натуральності меду, яке залежить також від породи бджіл, сили сім'ї і виду медоносів, з яких був зібраний нектар [79]. Встановлено, що діастазне число було вірогідно вищим у всіх зразках меду за умов згодовування добавок Ні і Со. Зокрема, у зразках II групи діастазне число збільшувалось на 13,6% ($p < 0,01$), у III групі – на 24,6% ($p < 0,001$), у IV групі – на 32% ($p < 0,001$) та у V групі – на 31,5% ($p < 0,001$) порівняно до контролю. Це може вказувати на стимулюючий вплив Ні та Со цитратів на синтез цього ферменту в організмі бджіл та надходження в мед.

Масова частка води суттєво змінювалась в меді II- V дослідних груп і була нижчою в досліджуваних зразках меду на 5%, проте вона відповідала чинним нормативам ДСТУ.

Кислоти в меді знаходяться у вільному стані у складі солей і ефірів і потрапляють в мед з нектаром, паддю, пилковими зернами, виділеннями залоз бджіл, а також синтезуються мікроорганізмами в процесі ферментативного розкладання і окиснення цукрів. Згідно проведених досліджень рівень рН вірогідно збільшувався у досліджуваних зразках II, IV та V груп ($p < 0,001$) порівняно до контролю, що вказує на стимулюючий вплив цитратів Со і Ні та їх поєднань на зниження вмісту водневих іонів у меді.

Висновки.

1. Підгодівля бджіл цукровим сиропом і цитратами Со та Ні призвела до вірогідного ($p < 0,001$ і $p < 0,01$) зниження вмісту в тканинах

організму бджіл Zn, Co (II і V), Cu, Mg (V), Se (IV), що підтверджує явище антагонізму між вказаними мінеральними речовинами та підвищення Fe, Mg (II), Mn (IV).

2. Підгодівля бджіл цукровим сиропом і цитратами Co та Ni в усіх дослідних групах зумовлювала вірогідне зростання вмісту Mg, Zn, Fe, Cu, Co та Ni, з найвищими показниками по вмісту мінеральних речовин у групі, що одержувала цитрат Ni у дозі 1,0 мг/0,3л/тижд./сім'ю на тлі зниження вмісту Se ($p < 0,001$ і $p < 0,01$) в стільниках.

3. У всіх досліджуваних зразках меду бджіл, яким згодовували цукровий сироп з цитратами Co і Ni вірогідно ($p < 0,001$ і $p < 0,01$) підвищився вміст Zn, Cu, Fe, Co та Ni, а Mg — тільки в III групі на тлі зниження вмісту Se порівняно до контрольної групи.

4. Найбільш виражені зміни мінерального складу меду спостерігаються у групі, що отримувала цитрат Co у дозі 2,0 мг/0,3 л/тижд./сім'ю - вірогідно підвищився вміст Mg у 1,25 рази, Cu – у 33 рази порівняно до контрольної групи.

5. Біологічна дія цитратів Co і Ni у бджіл характеризувалася покращенням харчової цінності меду і його збереженості зі збільшенням вмісту проліну та концентрації водневих іонів.

Результати наведених експериментальних досліджень представлені в публікаціях [185, 186, 363].

3.6. Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток за весняної підгодівлі цитратами Co і Ni

Встановлено, що введення бджолиним сім'ям цитратів Co і Ni до сиропу весняної підгодівлі викликало підвищення інтенсивності яйцекладки бджолиних маток дослідних груп (табл. 3.18).

Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток ($M \pm m$)

Група	Періоди досліджень, кількість яєць									
	Підготовчий 30.04.2015		Дослідний							
	Всього за 12 діб на бджоломатку	Середнє на бджоломатку за добу	12.05.15				24.05.15			
			Всього яєць на бджоломатку за період	% до п/п	Середнє на бджоломатку за добу	% до п/п	Всього яєць на бджоломатку за період	% до п/п	Середнє на бджоломатку за добу	% до п/п
I-К -ЦС	5387±1156	449±96	6878±1414	126,6	573±118	127,6	9041±1848	16,78	753±154	167,7
II-Д ЦС+цитраг Ni (2 мг)	5058±438	421±36	9764±1522	193,0	813±127	193,1	11177±2596	221,0	931±216	221,1
% до контролю	93,9	93,9	141,9		141,9		123,6		123,6	
III- Д ЦС+цитраг Co (2 мг)	4753±288	396±24	10340±1243	217,5	862±103	217,5	12466±2130	262,3	1039±178	262,3
% до контролю	88,3	88,3	150,3		150,3		137,9		137,9	
IV- Д ЦС+цитраг Ni (1 мг)	5166±578	430±48	8268±862	160,0	689±72	160,0	14307±2060	277,0	1192±171	277,0
% до контролю	95,9	95,9	120,2		120,2		158,2		158,2	
V-Д ЦС+цитраг Co (2 мг)+ цитраг Ni (1 мг)	5912±739	492±61	8215±1276	138,9	684±106	139,0	10268±1042	173,7	855±87	173,7
% до контролю	109,7	109,7	119,4		119,4		113,5		113,5	

У підготовчий період кількість відкладених яєць кожною бджолоною маткою контрольної та дослідних груп за 12 діб обліку коливалася від 4753 (III гр.) до 5912 (V гр.) проти 5387 яєць в контролі. Впродовж перших 12 діб дослідного періоду їх кількість збільшилася до 9764 (41,9% від контролю) у II групі, 10340 (50,3%) – у III, 8268 (20,2%) - IV і 8215 (19,4%) - V групах. Характерно, що найбільший приріст інтенсивності яйцекладки відзначений у бджолиних маток III групи, яким згодовували 2 мг цитрату Со/0,3л цукрового сиропу порівняно як з контрольною групою (50,3%), так і підготовчим періодом (117,5%) і дещо менший (відповідно 41,9% і 81,2%) в II групі, яка отримувала 2 мг цитрату Ні.

Тоді як застосування в меншій дозі цитрату Ні в IV групі і поєднання Ні з Со - в V дослідній групі характеризувалося нижчим приростом (20,2% і 19,4%) відкладених яєць, що може залежати від зниження дози, а також розглядатися як антагоністична взаємодія Ні на біологічний вплив Со, яке встановлено для інших елементів (Со-І; Со-ІІ) [36, 46]. Тоді як згодовування самого цитрату Ні бджолиним сім'ям II групи викликало більш високий рівень приросту інтенсивності яйцекладки бджолиних маток за перший 12-добовий дослідний період (60%) порівняно з підготовчим періодом, ніж у V дослідній групі (38,9%).

Аналіз даних обліку яйцекладки маток у другому 12-добовому дослідному періоді свідчить про більш високу її інтенсивність в сім'ях всіх (II-V) дослідних груп. Проте, вищий рівень яйцекладки бджолиних маток в цей період встановлено в III (37,9% від контролю і 162,3% порівняно з підготовчим періодом) і IV (відповідно 58,2% та 177%) групах. Тоді як в II групі ці показники підвищувалися до 23,6% і 121%, а в V - 13,5% і 73,7%. Отримані результати підтверджують припущення про можливість взаємного антагоністичного впливу Со і Ні на інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, оскільки роздільне застосування цитратів Со (III гр.) і Ні (II і IV гр.)

проявило високий рівень збільшення яйцекладки маток у другий дослідний період.

Аналіз отриманих результатів середньої інтенсивності яйцекладки бджолиних маток за добу в підготовчий і дослідний періоди вказує на збереження зазначених для загальної кількості відкладених за період яєць відмінностей між контрольною і дослідними групами. Середня кількість відкладених маткою яєць за добу в підготовчий період коливалася від 396 у III групі до 492 шт. в V групі.

У перший 12-добовий період згодовування цитратів Со і Ні вищий приріст кількості відкладених яєць відзначено в дослідних групах (38,9-117,5%) порівняно з підготовчим періодом, оскільки інтенсивність підвищення середньої яйцекладки маток контрольної групи була найнижчою - 27, 6%. Середня кількість яєць, відкладених бджолиними матками за добу в другий дослідний період в контрольній групі збільшилася до 753 і склала 67,7%. Однак, у II - IV дослідних групах їх кількість зросла більш ніж в 2 рази і склала 931, 1039 і 1192 шт. Менша інтенсивність відкладання яєць матками відзначена в V групі - 855 або 13,5% від контролю.

Середня кількість відкладених яєць однієї маткою в добу за 24-добовий дослідний період зберігала рівень відмінностей між контрольною і дослідними групами, зазначений для загальної кількості розплоду. Характерно, що середня кількість яєць, відкладених кожною бджолиною маткою II - IV груп перевищувала цей показник підготовчого періоду в 2,2 - 2,7 рази, тоді як в контрольній і V дослідній - в 1,7 рази.

Встановлені відмінності інтенсивності яйцекладки між контрольною і дослідними групами в перший і другий 12-добові періоди зберігаються і в цілому за дослідний період застосування добавок (рис.3.1).

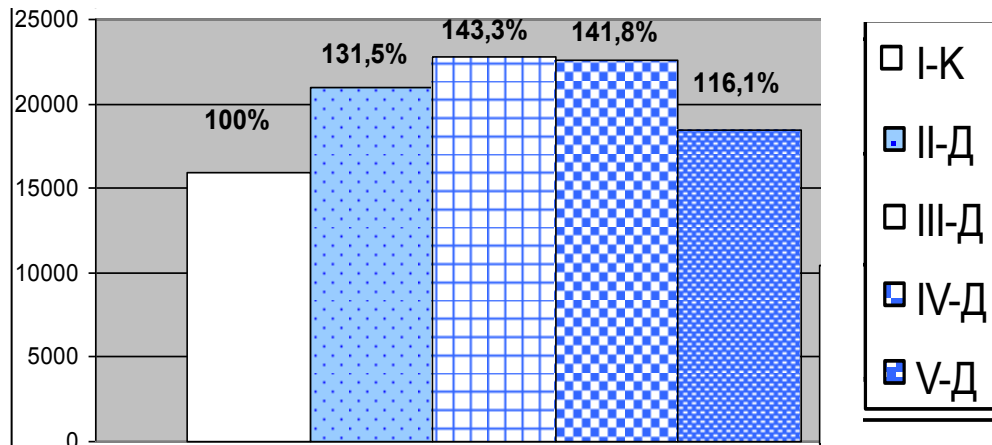


Рис.3.1 Кількість відкладених яєць бджолиними матками за дослідний період, шт.

Кількість відкладених бджолиними матками яєць в дослідних групах перевищувала контрольну на 31,5% в II групі, 43,3% - III, 41,8% - IV і 16,1% - V групах, що вказує на більш високу ефективність роздільного застосування цитратів Со і Ні.

Отримані результати досліджень вказують на істотний стимулюючий вплив цитратів Со і Ні за роздільного їх застосування на інтенсивність яйцекладки бджолиних маток у весняний період. Комплексне застосування цитратів Со і Ні в період весняної підгодівлі бджіл характеризується меншим стимулюючим впливом на інтенсивність яйцекладки бджолиних маток, ніж роздільне їх згодовування.

Висновки

1. Додавання цитратів Со і Ні, отриманих методом нанотехнології, до сиропу весняного підгодівлі медоносних бджіл, підвищує інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками на 13,5 - 58,2%, що більш виражено в другому 12-добовому періоді.
2. Цитрат Со характеризується високим стимулюючим впливом в дозі 2 мг/0,3 л цукрового сиропу, а цитрат Ні в кількості 1 і 2 мг/0,3 л сиропу.

3. Комплексне застосування цитратів Co (2 мг) і Ni (1 мг) з цукровим сиропом за весняної підгодівлі медоносних бджіл характеризується меншим стимулюючим впливом на інтенсивність відкладання яєць матками бджіл, ніж роздільне їх застосування.

Результати наведених експериментальних досліджень опубліковані у роботах [255, 254, 359].

3.7. Особливості розподілу ліпідних компонентів у тканинах організму та продукції бджіл за підгодівлі цитратами Co і Ni у весняний період.

За результатами дослідження ліпідного складу тканин медоносних бджіл спостерігались різниці за вмістом загальних ліпідів і виражені вірогідні міжгрупові відмінності відносного рівня окремих їх класів у тканинах організму бджіл дослідних груп. Аналіз отриманих результатів досліджень вказує на незначні відхилення показників вмісту загальних ліпідів у тканинах організму бджіл II, III, IV та V дослідних груп порівняно до контролю (табл.3.19).

Більше виражені зміни встановлені щодо вмісту окремих класів ліпідів, висока вірогідність міжгрупових різниць яких відзначена в усіх дослідних групах. Зокрема, відзначено вірогідне зростання ($p < 0,001$) фосфоліпідів у II, III, IV та V дослідних групах порівняно до величини цього показника у контрольній групі.

За вмістом моно- та диацилгліцеролів відзначено вірогідне зниження їх величин у тканинах бджіл II, IV і V дослідних груп, а саме: у тканинах бджіл II ($p < 0,02-0,001$), а також IV ($p < 0,01$) груп порівняно до показників контролю.

Суттєво зростає відносний вміст вільного холестеролу в ліпідах тканин організму бджіл III групи ($p < 0,001$) і знижувався в II, IV і V групах ($p < 0,01-0,001$) відповідно у 1,4, 1,5 і 1,2 рази порівняно до контрольної групи.

Таблиця 3.19

Уміст загальних ліпідів та їхніх класів у тканинах організму медоносних бджіл, ($M \pm m$)

Класи ліпідів	Групи бджолосімей				
	I - контрольна ЦС	II -дослідна ЦС + цитрат Ni (2 мг)	III- дослідна ЦС+цитрат Со (2мг)	IV -дослідна ЦС + цитрат Ni (1 мг)	V -дослідна ЦС + цитрат Со (2 мг)+ цитрат Ni (1мг)
ЗЛ,г%	3,63±0,20	3,10±0,20	3,66±0,14	3,80±0,15	3,56±0,14
ФЛ	21,82±0,19	27,45±0,27 ^{***}	27,10±0,26 ^{***}	28,35±0,23 ^{***}	33,32±0,17 ^{***}
МДГ	14,63±0,20	13,31±0,22 [*]	14,81±0,27	11,16±0,15 ^{***}	12,99±0,22 ^{**}
ВХ	14,20±0,40	10,33±0,23 ^{***}	18,19±0,32 ^{***}	9,52±0,23 ^{***}	11,67±0,20 ^{**}
НЕЖК	12,83±0,20	12,50±0,30	8,89±0,15 ^{***}	15,64±0,12 ^{***}	16,78±0,16 ^{***}
ТАГ	13,50±0,33	16,05±0,29 ^{**}	18,49±0,31 ^{***}	19,21±0,21 ^{***}	16,08±0,25 ^{**}
ЕХ	22,02±0,29	20,33±0,25 [*]	12,42±0,36 ^{***}	16,11±0,27 ^{***}	9,11±0,21 ^{***}

Одержані дані вказують на зміни вмісту НЕЖК з вірогідним ($p < 0,001$) зниженням їх рівня у ліпідах тканин бджіл III групи на тлі протилежних різниць з вираженим вірогідним ($p < 0,001$) зростанням їхнього вмісту у тканинах бджіл як IV (у 1,2 рази), так і V (у 1,3 рази) дослідних груп порівняно з їхнім вмістом в контрольній групі. Вірогідні відмінності спостерігаються і за кількістю триацилгліцеролів у тканинах бджіл II, III, IV та V дослідних груп порівняно з контролем. За вмістом етерифікованого холестеролу спостерігались вірогідні ($p < 0,05-0,001$) різниці щодо його зниження його у тканинах бджіл II, III, IV і V дослідних груп, відповідно у 1,1; 1,8; 1,4; 2,4 рази проти величини цього показника у контрольній групі.

Аналіз одержаних результатів досліджень вмісту загальних ліпідів у перзі бджіл вказує на вірогідне ($p < 0,05-0,02$) його зростання у II, III і IV, а не вірогідне - V дослідних групах порівняно до контролю (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Уміст загальних ліпідів та їхніх класів у перзі, % ($M \pm m$)

Класи ліпідів	Група бджолосімей				
	I - контрольна ЦС	II - дослідна ЦС + цитрат Ni (2 мг)	III - дослідна ЦС + цитрат Co (2 мг)	IV - дослідна ЦС + цитрат Ni (1 мг)	V - дослідна ЦС + цитрат Co (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
ЗЛ, г%	3,26±0,14	4,30±0,32*	4,33±0,20*	4,46±0,29*	3,56±0,14
ФЛ	34,78±0,25	28,37±0,21***	31,86±0,20***	17,53±0,20***	19,94±0,39***
МДГ	13,26±0,20	14,27±0,25*	16,28±0,21***	14,36±0,25*	13,62±0,16
ВХ	20,36±0,18	10,15±0,21***	14,60±0,20***	13,26±0,28***	17,13±0,35***
НЕЖК	9,81±0,18	14,35±0,24***	10,43±0,26	17,41±0,22***	10,37±0,25
ТАГ	10,58±0,21	14,55±0,27***	12,43±0,22**	19,20±0,19***	17,95±0,27***
ЕХ	11,21±0,32	18,17±0,23***	14,37±0,25***	18,20±0,28***	20,94±0,26***

Більше виражені зміни встановлені щодо вмісту окремих класів ліпідів, висока вірогідність міжгрупових різниць яких була відзначена в усіх дослідних групах. Зокрема, відзначено вірогідне ($p < 0,001$) зниження фосфоліпідів у II у 1,2 раза та 1,1 раза у III групах, проте більше виражені різниці за їхнім вмістом були встановлені у IV та V дослідних групах порівняно до величини цього показника у контрольній групі.

За вмістом моно- та диацилгліцеролів відзначено вірогідне зростання їх величин у перзі бджіл II, III і IV дослідних груп: у перзі бджіл II дослідної групи у 1,1 рази ($p < 0,05$), а також у III - 1,2 рази ($p < 0,001$) і у 1,1 рази у IV дослідних групах ($p < 0,05$) порівняно до показників контролю.

Суттєво ($p < 0,001$) знижувався вміст вільного холестеролу в ліпідах перги бджіл II, III, IV та V дослідних груп порівняно з контрольними показниками.

Одержані дані вказують на зміни вмісту НЕЖК з вірогідним ($p < 0,001$) зростанням їх рівня у ліпідах перга бджіл II та IV дослідних груп порівняно до контролю. Вірогідні відмінності спостерігаються і за кількістю триацилгліцеролів ($p < 0,01$, $p < 0,001$) у перзі бджіл II, III, IV та V дослідних груп, а саме: у перзі II і III груп їхній рівень зріс у 1,4 та 1,2 рази, але вищим рівнем вмісту триацилгліцеролів характеризувалась перга бджіл IV, а також V дослідних груп проти величини цього показника у контрольній групі. Вірогідно ($p < 0,01$, $p < 0,001$) зріс також вміст етерифікованого холестеролу в усіх дослідних групах, однак більш виражене його збільшення спостерігалось у перзі бджіл II, IV і V груп, тоді як перга у III дослідній групі характеризувалась дещо нижчим (у 1,3 рази) його рівнем, порівняно до показників контрольної групи.

Аналіз отриманих результатів досліджень вказує на незначні відхилення щодо зниження показників вмісту загальних ліпідів у бджолиних стільниках II, III і IV дослідних груп на тлі не вірогідного зростання їхнього вмісту у V групі. Більше виражені зміни встановлені щодо вмісту окремих класів ліпідів, вірогідні різниці яких були відзначені в усіх дослідних групах порівняно до контролю (табл. 3.21).

Зокрема, відзначено вірогідне ($p < 0,001$) зниження рівня фосфоліпідів у II, IV і V групах на тлі зростання вмісту у III дослідній групі порівняно до величини цього показника у контрольній групі. Вірогідні відмінності спостерігали і для відносного вмісту моно- та диацилгліцеролів і вільного холестеролу у стільниках II і III ($p < 0,01$ - $0,001$) дослідних груп, проте в V групі відзначено зростання вмісту моно- та диацилгліцеролів ($p < 0,01$) порівняно з показниками контрольної групи.

Встановлено виражені зміни щодо вмісту НЕЖК з вірогідним ($p < 0,02$) зниженням їхнього рівня у ліпідах стільників бджіл IV групи порівняно з їхнім вмістом у ліпідах стільників контрольної групи.

Уміст загальних ліпідів та їхніх класів у стільниках, % ($M \pm m$)

Класи ліпідів	Групи бджолосімей				
	I - контрольна ЦС	II - дослідна ЦС + цитрат Ni (2 мг)	III - дослідна ЦС + цитрат Co (2 мг)	IV - дослідна ЦС + цитрат Ni (1 мг)	V - дослідна ЦС + цитрат Co (2 мг) + цитрат Ni (1 мг)
ЗЛ, г%	3,43±0,28	2,60±0,17	2,63±0,23	2,80±0,11	4,33±0,17
ФЛ	23,45±0,26	19,88±0,27 ^{***}	25,03±0,31 [*]	18,05±0,38 ^{***}	18,63±0,24 ^{***}
МДГ	15,77±0,12	14,65±0,17 ^{**}	13,54±,36 ^{**}	15,80±0,15	16,82±0,17 ^{**}
ВХ	13,02±0,17	10,65±0,17 ^{***}	10,40±0,26 ^{**}	13,44±0,15	11,20±0,20 ^{**}
НЕЖК	20,95±0,20	21,39±0,22	20,61±0,29	19,93±0,15 [*]	20,89±0,24
ТАГ	14,45±0,26	19,63±0,20 ^{***}	18,53±0,27 ^{***}	18,40±0,22 ^{***}	20,18±0,29 ^{***}
ЕХ	12,35±0,23	13,80±0,27 [*]	11,84±0,27	14,18±0,24 ^{**}	12,27±0,20

Вірогідне зростання встановлено за відносним вмістом етерифікованого холестеролу у бджолиних стільниках II ($p < 0,02$) та IV ($p < 0,01$) дослідних груп стосовно показників його вмісту у контрольних зразках.

Висновки

1. Підгодівля медоносних бджіл цукровим сиропом з додаванням цитратів Co та Ni зумовлює коригуючий вплив на розподіл та трансформацію ліпідів в організмі та продукції бджіл.

2. У тканинах організму медоносних бджіл дослідних груп зростає відносний вміст фосфоліпідів, триацилгліцеролів на фоні зниження етерифікованого холестеролу порівняно до контрольної групи.

3. У перзі виявлено вірогідне збільшення вмісту загальних ліпідів, моно- та диацилгліцеролів, триацилгліцеролів, неетерифікованих жирних кислот, етерифікованого холестеролу на фоні зниження вмісту фосфоліпідів та вільного холестеролу.

4. У стільниках встановлено зниження рівня фосфоліпідів та неетерифікованих жирних кислот на тлі зростання вмісту триацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу

Результати описаних досліджень підрозділу опубліковані у роботах [187, 188, 382].

3.8. Мінеральні елементи тканин організму та продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні літньо-осінній період

Інтенсивність нагромадження мікроелементів в організмі медоносних бджіл залежить від їх віку, фізіологічного стану, екологічної характеристики регіону та співвідношення мінеральних і білково-вуглеводних компонентів кормів, що використовуються [74, 89, 118, 379].

Уведення цитратів Со і Ні до цукрового сиропу для підгодівлі бджіл в літньо-осінній період зумовлювало вірогідні зміни вмісту мінеральних елементів у тканинах їх організму. Зокрема, додавання 2 мг Со до сиропу підгодівлі супроводжувалось підвищенням умісту Fe, Mn, Со ($p < 0,01$), Zn, Ni і Ge ($p < 0,05$) і не вірогідно – Cu і у тканинах бджіл II дослідної групи (табл. 3.22). Однак рівень Se у тканинах бджіл цієї групи знижувався ($p < 0,01$), а також встановлено зменшення вмісту Cd і Pb.

Підгодівля бджіл III групи сиропом з внесенням 1 мг Ні зберігало вищий рівень Zn, Fe, Со ($p < 0,01$), Ni ($p < 0,001$) і Ge ($p < 0,05$), а не вірогідно – Mn і Cu на тлі нижчого вмісту Pb і Se ($p < 0,01$), а не вірогідно – Mg і Cd у тканинах бджіл.

Вміст окремих мінеральних елементів у тканинах бджіл, мг/кг (M±m)

Мінеральні елементи	Група бджіл		
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Ні (1 мг)
Mg	223,11±14,47	184,52±16,83	217,15±9,58
Fe	24,12±1,49	41,99±6,06*	36,23±2,06**
Mn	6,75±0,67	9,72±0,85*	7,22±0,72
Zn	5,75±0,24	7,8±0,42*	11,29±0,62**
Cu	4,92±0,65	5,23±0,55	5,66±0,14
Se	0,23±0,02	0,12±0,004**	0,12±0,008**
Ge	0,20±0,01	0,28±0,02*	0,26±0,01*
Ni	0,18±0,008	0,21±0,008*	0,39±0,005***
Co	0,027±0,001	0,056±0,12**	0,014±0,002**
Cd	0,052±0,01	0,049±0,02	0,031±0,008
Pb	0,061±0,0006	0,048±0,01	0,05±0,002**

За результатами досліджень вмісту мінеральних елементів у стільниках спостерігається зростання концентрації Fe ($p < 0,05$); Cu та Ni у зразках стільників II і III груп порівняно до контролю (табл. 3.23). Вірогідно вищий вміст Fe у 1,6 рази спостерігається у стільниках II дослідної групи. Вищий у 1,5 рази рівень цього елемента відзначено у стільниках III дослідної групи, порівняно до контролю, проте різниці були не вірогідні.

Відзначено нижчу концентрацію Pb у 1,2 раза – II та III групах ($p < 0,001$) та вміст Cd – у 1,2 рази – III ($p < 0,001$); 1,8 рази – II група ($p < 0,05$) порівняно до контрольної групи.

Вміст мінеральних елементів у стільниках, мг/кг (M±m)

Мінеральні елементи	Група бджіл		
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Ні (1 мг)
Fe	5,16±0,15	7,82±0,24*	6,77±0,34
Cu	0,15±0,05	0,18±0,02	0,19±0,03
Zn	0,29±0,05	0,24±0,08	0,21±0,06
Ni	0,12±0,02	0,18±0,05	0,19±0,03
Pb	0,18±0,01	0,16±0,005***	0,15±0,003***
Cd	0,09±0,005	0,05±0,008*	0,07±0,006***

Перетворення нектару у мед є складним процесом, який відбувається під впливом низки фізіологічних та фізико-хімічних чинників, які спричиняють кількісні та якісні зміни. Інтенсивність переробки нектару в мед в значній мірі залежить від кількості розплоду, природних та індивідуальних особливостей бджолиних сімей, секреторної діяльності залоз та ряду інших факторів [208]. Висока харчова цінність меду пояснюється вмістом багатьох біологічно активних речовин, таких як ензими, органічні кислоти, вітаміни, ароматичні ліпідні і азотисті сполуки, мінеральні елементи.

Різні метали на окремих етапах трофічної ланцюжка від рослин до бджолопродукції мають свої особливості міграції [42, 310, 357]. За результатами дослідження відзначено, що згодовування з цукровим сиропом різної кількості цитратів Ні і Со зумовлювало не однакові відмінності вмісту окремих мінеральних елементів у меді (табл. 3.24). Зокрема, відмічено підвищення вмісту Fe ($p < 0,001$), Cu та Zn у зразках меду бджіл II і III груп. Міжгрупові різниці вмісту Cd та Pb у зразках II і III груп порівняно до контролю (I) не перевищували величин їх середніх статистичних відхилень.

Таблиця 3.24

Вміст окремих мінеральних елементів у меді, мг/кг (M±m)

Мінеральні елементи	Група бджіл		
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Ні (1 мг)
Fe	4,5±0,02	5,7±0,06***	4,9±0,03***
Cu	0,44±0,04	0,51±0,06	0,55±0,02
Zn	0,54±0,07	0,66±0,02	0,60±0,04
Ni	0,25±0,05	0,24±0,03	0,21±0,02
Pb	0,08±0,02	0,05±0,02	0,07±0,02
Cd	0,04±0,006	0,03±0,006	0,05±0,005

Підгодівля бджіл цукровим сиропом і цитратами Со та Ні зумовлювала коливання вмісту амінокислоти проліну, що впливає на біологічну цінність меду (табл. 3.25).

Таблиця 3.25

Якісні та фізико-хімічні показники поліфлорного меду (M±m)

Показники якості	Група бджіл		
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Ні (1 мг)
Пролін, мг/кг	301,89±9,09	324,3±7,67	302,37±8,83*
Діастазне число, од.Готе	15,58±0,14	15,77±0,22	15,20±0,14
Масова частка води, %	19,27±0,06	19,73±0,06***	19,07±0,06
pH	4,26±0,005	4,38±0,003***	4,30±0,008***

Масова частка проліну є важливим критерієм для визначення якості меду [312]. Зокрема, вміст цієї амінокислоти у зразках меду II групи був вищим на

7,3% порівняно до контрольної групи.

Діастазне число - це основний показник зрілості та натуральності меду, яке залежить також від породи бджіл, сили сім'ї і виду медоносів, з яких був зібраний нектар. Саме цей фермент характеризує активність амонітичних ферментів (амілази, діастази), що свідчить про його натуральність, зрілість та біологічну цінність меду [312, 332, 396]. За результатами досліджень активність діастази була на рівні контролю.

Масова частка води у меді відповідала чинним нормативам як у контрольній, так і в дослідних групах. Однак, найвищим цей показник був у меді бджіл II дослідної групи ($p < 0,001$), яким згодовували цитрат Со з цукровим сиропом.

Поряд з тим, у зразках меду дослідних груп відзначено вірогідно вищий рівень водневих іонів (II і III дослідні групи $p < 0,001$), що вказує на стимулюючий вплив цукрового сиропу та його поєднання з цитратами Со та Ні на мікробіологічні процеси в меді і його ферментативну активність у період дозрівання.

Таким чином, зміни якісного складу меду дослідних груп супроводжувалися коригуючою дією, щодо якісних показників меду.

Висновки

1. Згодовування з цукровим сиропом різної кількості цитратів Со і Ні, відзначається їхнім синергічним та антагоністичним впливом на рівень окремих мінеральних елементів у зразках меду медоносних бджіл. Встановлено вірогідні різниці нижчого вмісту Zn, Ni, Pb та Cd на тлі вищого вмісту Fe, Cu та Cr у меді дослідних груп ($p < 0,05-0,001$).

2. Отримані результати свідчать про позитивні зміни фізико-хімічних показників і якості меду з підвищенням вмісту проліну у зразках обох дослідних груп, що підтверджує доцільність використання добавки цитратів

Со і Ні, метою корекції процесів мінерального живлення медоносних бджіл та якості їх продукції.

Результати експериментальних досліджень наведені у наступних публікаціях [115, 194].

3.9. Особливості метаболізму ліпідів у тканинах організму та вміст їх у продукції бджіл за умов підгодівлі цитратами Со та Ні у літньо-осінній період

Аналіз одержаних результатів досліджень вказує на вірогідне ($p < 0,05$) зниження вмісту загальних ліпідів у тканинах бджіл II групи, тоді як в III дослідній групі показники їхнього вмісту були на рівні контрольної групи (табл.3.26).

Таблиця 3.26

Уміст загальних ліпідів та їхніх класів у тканинах бджіл, %м($M \pm m$)

Класи ліпідів	Група бджіл		
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Ні (1 мг)
ЗЛ, г%	3,60±0,11	3,06±0,12*	3,40±0,11
ФЛ	18,54±0,44	18,99±0,23	20,97±0,33*
МДГ	21,44±0,40	19,99±0,27*	20,55±0,50
ВХ	14,71±0,18	15,83±0,32*	17,43±0,38**
НЕЖК	8,79±0,21	9,04±0,18	9,01±0,31
ТАГ	16,69±0,24	17,40±0,19	15,36±0,25*
ЕХ	19,83±0,31	18,65±0,36	16,68±0,24**

Більше виражені зміни встановлені щодо вмісту окремих класів ліпідів, вірогідність міжгрупових різниць яких була відзначена в II і III дослідних

групах. Зокрема, відзначено вірогідне зростання вмісту фосфоліпідів у III групі ($p < 0,02$) порівняно до величини цього показника у контрольній групі.

За вмістом моно- та диацилгліцеролів і вільного холестеролу були відзначені вірогідні різниці їхнього вмісту у тканинах бджіл дослідних груп, а саме: зниження вмісту моно - та диацилгліцеролів у II ($p < 0,05$) групі, тоді як за вмістом вільного холестеролу було відзначено його зростання у тканинах бджіл як II ($p < 0,05$), так і III ($p < 0,01$) дослідних груп порівняно до показників контролю.

Встановлено вірогідне зниження вмісту триацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу в ліпідах тканин бджіл III дослідної групи ($p < 0,02$ та $p < 0,01$) порівняно до контрольної групи.

Одержані результати досліджень свідчать про міжгрупові відмінності вмісту загальних ліпідів з вираженою тенденцією до невірогідних змін у бджолиних стільниках II і III дослідних груп. (табл. 3.27).

Більше виражені вірогідні зміни були відзначені за відносним вмістом окремих їхніх класів в стільниках обох (II- і III-ої) дослідних груп порівняно до показників (контрольної групи).

Висока вірогідність міжгрупових різниць щодо вмісту окремих класів ліпідів відзначена в обох дослідних групах. Зокрема, відзначено вірогідне зниження вмісту фосфоліпідів у стільниках II ($p < 0,01$) і зростання в III ($p < 0,05$) дослідних групах порівняно до показників у контрольній групі. За вмістом моно – та диацилгліцеролів відзначено вірогідне зниження їх величин у стільниках бджіл II ($p < 0,01$) та III дослідних груп ($p < 0,001$) порівняно до показників контролю.

Вірогідно ($p < 0,01$) знижувався відносний вміст вільного холестеролу в ліпідах стільників II дослідної групи порівняно до контрольної групи.

Уміст загальних ліпідів та їхніх класів у стільниках, %(M±m)

Класи ліпідів	Група бджіл		
	I-контрольна ЦС	II-дослідна ЦС+цитрат Со (2 мг)	III-дослідна ЦС+цитрат Ni (1 мг)
ЗЛ, г%	3,16±0,27	2,70±0,11	2,96±0,14
ФЛ	22,31±0,46	19,05±0,26**	24,20±0,21*
МДГ	18,84±0,29	17,11±0,19**	12,25±0,21***
ВХ	14,05±0,30	12,12±0,21**	14,06±0,25
НЕЖК	9,33±0,15	13,91±0,24***	10,84±0,19**
ТАГ	13,40±0,38	14,62±0,31	14,07±0,16
ЕХ	22,05±0,16	23,15±0,26*	24,55±0,36**

Одержані дані вказують на зміни вмісту НЕЖК з вірогідним ($p < 0,001$ і $p < 0,01$) зростанням їх рівня у ліпідах стільників бджіл як II, так і III дослідних груп порівняно до контролю. Встановлено також вірогідні різниці щодо зростання відносного вмісту етерифікованого холестеролу у ліпідах стільників бджіл II ($p < 0,05$) та III ($p < 0,01$) дослідних груп порівняно до показників у контрольній групі.

Висновки

1. Співвідношення класів ліпідів у гомогенатах тканин організму бджіл, за умов підгодівлі цитратами Со і Ni, характеризувалося вірогідним збільшенням фосфоліпідів, триацилгліцеролів та вільного холестеролу на тлі зменшення моно- і диацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу ($p < 0,01$) у зразках дослідних груп, порівняно з контрольною.

2. За введення цитратів Со і Ni до компонентів підгодівлі бджіл зменшувався у стільниках II і III дослідних груп вміст загальних ліпідів, моно- та диацилгліцеролів ($p < 0,01$) у II та III ($p < 0,001$) групах, вільного холестеролу

у II ($p < 0,01$), а також зростав рівень фосфоліпідів ($p < 0,05$) у III групі та НЕЖК ($p < 0,001; 0,01$) і етерифікованого холестеролу ($p < 0,05; 0,001$) - у II і III групах.

Результати досліджень наведені у публікаціях [183, 217].

Розділ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Макро– і мікроелементи в організмі тварин, у т. ч. бджіл, входять до активних центрів ензимів у складі кофакторів біохімічного каталізу в реакціях метаболізму протеїнів, ліпідів і вуглеводів [241, 293, 305]. Однак відомо, що надмірно високе надходження окремих важких металів – Pb, Cu та Fe до організму робочих бджіл знижує кількість домінуючих катіонних йонів K ($r = -0,44$; $-0,82$) і Mg ($r = -0,63$; $-0,72$) в циркуляторній системі гемолімфи бджіл [361, 411].

За результатами дослідження мінерального складу тканин організму медоносних бджіл, які утримувались в умовах термостату, встановлено, що внесення до цукрового сиропу борошна сої і цитрату Ni та їх комплексного поєднання зумовлювало вірогідне ($p < 0,05-0,01$) зниження вмісту Fe, Co, Cu і Zn зі зростанням вмісту Ni. Водночас, внесення цитрату Co до цукрового сиропу і борошна сої зумовлювало вірогідне зростання вмісту Co і Zn ($p < 0,01-0,001$) на тлі зниження рівня Cu і Pb ($p < 0,05-0,01$) і не вірогідно – Ni, порівняно до їх вмісту у бджіл контрольної групи.

За результатами дослідження Міщуковської Г.С. [164] додавання до цукрового сиропу 50% концентрації $CoSO_4$ в дозі 2 мг/л впливає на показники вмісту загального білка та його окремих фракцій з підвищенням рівня β - і γ -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 пилку і маточному молочку бджіл вміст альбумінової фракції є вищим порівняно з глобуліновою. Це підтверджується дослідженнями про те, що альбумінова і глобулінова фракції загального протеїну у маточному молочку містяться у співвідношенні 2:1.

Однак, за даними інших дослідників [11] у співвідношенні протеїнових фракцій маточного молочка переважають глобуліни. Вказується на високу імунно- і резистентну здатність організму бджіл, яка більше проявляється у молодих бджіл і маток, що може зумовлюватися впливом глобулінових фракцій протеїнових компонентів молочка.

Встановлені зміни вмісту окремих мікроелементів у тканинах бджіл зі зниженням вмісту Zn ($p < 0,05$) зумовлені, очевидно, як згодовуванням їм борошна сої, так і може вказувати на інгібуючий вплив антипоживних речовин сої на його засвоєння з перги і бджолиного обніжжя в їх організмі. Водночас, введення цитрату Co значно підвищує вміст Zn у тканинах бджіл, що може вказувати на синергічну дію Co в організмі на обмін Zn з підвищенням рівня його засвоєння та стимулюючий вплив на інтенсивність оогенезу і відкладання яєць.

Аналіз отриманих результатів з підгодівлі бджіл цитратами Co та Ni без сої у другому періоді досліджень вказує на виражені вірогідні різниці за вмістом окремих мікроелементів у тканинах бджіл. Встановлено вірогідне зниження вмісту Fe у тканинах бджіл II ($p < 0,01$), а також IV і V ($p < 0,05-0,02$) дослідних груп. Водночас, поєднання цукрового сиропу з борошном сої у співвідношенні 1:1 в першому періоді досліджень не виявляло такого вірогідно вираженого впливу на вміст Fe у тканинах бджіл. У той час як дія цитрату Ni в IV і V групах на рівень Fe у тканинах була аналогічною щодо його зниження.

Відомо, що Co підвищує біосинтез протеїнів і концентрацію γ -глобулінів у фракціях загального протеїну гемолімфи, а також ліпідів, гемолімфогенез і засвоєння Fe. Абсорбція Co в організмі проходить на вищому рівні у тварин з симптомами дефіциту Fe [22, 59]. Встановлено також вірогідне зростання вмісту Zn у тканинах бджіл III групи ($p < 0,001$), тоді як у тканинах бджіл IV групи спостерігалось зниження його вмісту. Встановлено також вірогідне зростання вмісту Pb у тканинах бджіл III ($p < 0,01$) і не вірогідне – IV дослідних груп порівняно до контрольної групи, що вказує на можливо посилюючий

вплив цитрату Ni на засвоєння Pb в організмі бджіл, оскільки відзначено вищий рівень Pb у тканинах бджіл цієї групи і в першому етапі.

Відомо, що для нормального росту і розвитку бджолиних сімей та одержання від них високоякісної продукції необхідні кормові ресурси у вигляді нектару і пилку, продуцентами яких є вегетуючі нектаро- та пилконосні рослини. Медоносні бджоли споживають пергу, первинною сировиною для якої є квітковий пилок рослин (чоловічий гаметофіт), що формується у бджолине обніжжя і заноситься робочими бджолами у чарунки вулика. З біохімічної оцінки перга — це концентрат есенціальних компонентів (протеїнів, незамінних амінокислот, макро- мікро- та ультрамікроелементів, вітамінів, каротиноїдів), а також незамінне джерело надходження до організму медоносних бджіл ліпідів. З літературних джерел відомо, що квітковий пилок містить значну їх кількість — від 5,1% в аличі (*Prunus cerasifera*) до 14,0 – 15,5% у кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale*) та 15,7 і 10,3% у груші (*Pyrus communis L.*) та конюшини (*Trifolium*) [107, 108].

Ліпіди пилку представлені жирами і жироподібними речовинами, зокрема протоплазматичними фосфоліпідами (15-21%) і фітостеринами (0,5-1,5%), які є антагоністами холестеролу з вираженою антиатеросклеротичною дією в організмі людини і тварин. Ліпідний склад бджолиного обніжжя не обмежується наявністю суто амфіфільних класів, оскільки ще містить й моно- та диацилгліцероли, вільний холестерол, неетерифіковані жирні кислоти, триацилгліцероли та естери холестеролу [100]. Окрім полярних та нейтральних ліпідів до його складу входять найбільш поширені насичені і ненасичені жирні кислоти: лауринова (C_{12:0}), міристинова (C_{14:0}), пальмітинова (C_{16:0}), стеаринова (C_{18:0}), арахінова (C_{20:0}), пальмітоолеїнова (C_{16:1}), олеїнова (C_{18:1}), лінолева (C_{18:2}), ліноленова (C_{18:3}) та арахідонова (C_{20:4}) [390]. Енергетичну і біологічну цінність ліпідів пилку для організму бджіл формують в першу чергу, довголанцюгові (C₁₆-C₂₄) жирні кислоти, оскільки для цих комах вони є набагато ціннішими за амінокислоти і вуглеводи [43, 101, 390]. Так, олеїнова і

пальмітинова кислоти в жирнокислотному складі тіла дорослих бджіл становлять біля 60%, а у личинок – тільки 40%. У полярних ліпідах (фосфоліпідах) тіла бджіл домінує олеїнова кислота, а в нейтральних (триацилгліцерилах і естерах холестеролу) – пальмітинова. ПНЖК, лінолева і ліноленова, що створюють для організму бджіл, як і інших тварин узагалі, не тільки енергетичну, але й біологічну цінність ліпідів. Обидві вони є необхідними для формування бішару біомембран і стимуляції обміну холестеролу. Тому на практиці, внаслідок природного дефіциту вуглеводно-протеїнового корму (нектару і пилку рослин) передбачені заходи екстреної підгодівлі бджіл штучними замінниками протеїнів перги з додаванням компонентів тваринного і рослинного походження, зокрема сухого молока, інактивованих дріжджів, сироватки крові ссавців, борошна окремих бобових і злакових культур, незбираного сухого молока, яєчних білків [242].

Однак збалансоване живлення медоносних бджіл передбачає їх забезпечення також необхідними макро- та мікроелементами, що надходять до організму робочих бджіл і розплоду, відіграючи важливу роль в онтогенезі та життєздатності цих комах. 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 [110].

Однією з таких добавок є соєве борошно, яке може ефективно конкурувати з іншими екзогенними протеїново-жировими компонентами, у т. ч. синтетичного походження. За результатами дослідження впливу згодовування борошна сої і і цитратів Со і Ні відзначено вірогідне ($p < 0,01$) зростання умісту фосфоліпідів у тканинах бджіл, що може вказувати на стимулюючий вплив цитратів на синтез цих ліпідів в організмі бджіл і їх адаптаційну здатність. Відомо, що завдяки притаманній амфифільності, фосфоліпіди беруть активну участь в утворенні бішару біомембран, впливають на біохімічні механізми температурної адаптації, підтримуючи гомеостаз

в'язкості, у т. ч. й низку метаболічних функцій, зокрема реакцій ензимного каталізу, транспорт іонів та синаптичну передачу в організмі тварин. Звісно ж, функціонування таких адаптивних механізмів у тварин, може мати видові особливості. Це в першу чергу, пов'язано з особливостями регуляції змін у кількості подвійних зв'язків в молекулі жирних кислот у складі протоплазматичних ліпідів (фосфоліпідів), активацією й інактивацією низки термолабільних мітохондріальних ензимів-десатураз та їхньою індукцією за умов гіпотермічного стресу. Відомі також й інші видоспецифічні тканинні кріопротектори у тварин, зокрема макромолекулярні антифризи — пептиди і глікопептиди. Амінокислотні залишки цих сполук містять багато аланіну, треоніну, серину, цистеїну та проліну, однак клас *Insecta*, здебільшого характеризується наявністю тканинних кріопротекторів пептидної природи, які багаті серином і цистеїном. Зростання рівня МДАГ у тканинах організму бджіл дослідних груп, вказує на більш інтенсивне енергетичне забезпечення їх тканин за внесення до цукрового сиропу різних доз цитратів Со та Ні на тлі активних ліполітичних процесів, обумовлених деградацією депонованих в адипоцитах жирового тіла триацилгліцеролів. З точки зору енергетики метаболізму, субстрати, які використовуються комахами в умовах польоту є різними. Зазвичай у бджіл джерелом енергії слугують вуглеводи — трегалоза гемолімфи або ж конвертований ендогенно з депо глікоген жирового тіла. Активність окремих ензимів глюконеогенезу, у т. ч. мітохондріальної піруваткарбоксілази льотних м'язів (торакального відділу) у медоносних бджіл залежить від нагромадження алостеричного активатора, зокрема ацетил-СоА, що утворюється в процесі катаболізму жирних кислот [358, 387, 414].

Це може вказувати на використання жирних кислот триацилгліцеролів, як потенційного джерела енергії у бджіл. Однак, дослідженнями інших авторів [351] встановлено, що саме завдяки активації ензимів глюконеогенезу, зокрема піруваткарбоксілази забезпечується потреба цитратсинтазної реакції в оксалоацетаті для його конденсації з ацетил-СоА, що утворюється власне з

глюкози. Тому, ці зміни можуть бути зумовлені також особливостями абсорбції йонів Ni в організмі бджіл. Доведено, що в організмі ссавців за умов експериментального Ni-дефіцитного стану знижується на 50–75 % ензиматична активність 7-ми дегідрогеназ, уміст триацилгліцеролів зі зростанням рівня неестерифікованого холестеролу, двох амінотрансфераз та α -амілаз [108]. Саме за участю ензимів амілолітичного спектру, зокрема α -і β -амілаз, що входять до складу секрету гіпофарингіальних залоз у бджіл старшого віку, проходять активні процеси ферментативного розщеплення крохмалю, інуліну, декстринів та інших поліцукрів незрілого меду, що підвищує його біологічну цінність [245, 335, 367].

Естери холестеролу з поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК) є важливою транспортною формою стеридів, а отже необхідною ланкою регуляції їх метаболізму. За нестачі ПНЖК утворення ефірів гальмується, що призводить до порушень обміну холестерину. У квітковому обніжжі сумарна кількість вільного і естерифікованого фітостерину становить 40–50%. Привертають увагу дослідження [103], що пов'язані з особливостями ліпідного обміну при діагностиці субклінічної форми нозематозу уражених спорами цього збудника медоносних бджіл. В організмі бджіл, уражених мікроспоридією *Nosema ceranae*, простежується чітка тенденція до зростання більш як на 40% у їхніх екскрементах естерів холестеролу. Встановлені зміни дослідники трактують саме підвищеним споживанням перги, яка містить до 40 % фітостеролу естерифікованої форми. За цих умов, екзогенні фітостероли, які не абсорбувались відновлюються до копростеролу екскрементів. Зростання вмісту естерів холестеролу у тканинах бджіл лише II- та III-ої дослідних груп може вказувати на вищу антиліполітичну активність ензимів, що регулюють процес його етерифікації за дії борошна сої та високої дози (2 мг) Со цитрату і відсутність такого впливу меншої (1 мг) дози Со та Ni цитратів.

Застосування Со і Ni цитратів без борошна сої на другому етапі досліджень свідчить про більше виражений коригуючий вплив цих сполук на

вміст окремих класів ліпідів у тканинах бджіл. Аналіз результатів досліджень співвідношення окремих класів ліпідів вказує на вірогідне ($p < 0,02-0,001$) зростання вмісту фосфоліпідів у тканинах бджіл дослідних груп. Ці дані узгоджуються з результатами вивчення відносного вмісту фосфоліпідів у тканинах бджіл за дії Со і Ні цитратів у поєднанні з борошном сої, що вказує на основну дію цитратів мікроелементів, а не сої. Слід відзначити, що в будь-якій ліпідній мембрані фосфоліпіди необхідні для стабілізації конформації та агрегації окремих компонентів у ферментативних білкових комплексах, а також для створення гідрофобного середовища утворенням безперервної структури з усіма властивостями, притаманними для них [351, 365, 403].

Одержані дані вказують на зміни вмісту НЕЖК з вірогідним зростанням їх рівня у ліпідах тканин бджіл II, III і IV дослідних груп, що свідчить про активацію процесів ліполізу в організмі бджіл цих груп. Оскільки зміни загального вмісту НЕЖК, як попередників синтезу ліпідів, так і продуктів їхнього розпаду, а також і триацилгліцеролів в тканинах є одним з критеріїв оцінки спрямування ліпідного метаболізму: зниження кількості є свідченням активації синтезу ліпідів, а збільшення — ліполізу. Відомо, що ліполіз фізіологічно зводиться до підтримання гомеостатичних концентрацій окремих ліпідних компонентів, необхідних для аеробного клітинного дихання, а також утворення ПНЖК для забезпечення компенсації 80 % енергетичних потреб тканин [70], що має особливо важливе значення у бджіл.

Припускаємо, що зростання вмісту НЕЖК у тканинах бджіл II, III та IV дослідних груп може бути пов'язано, по-перше, з вуглеводним живленням ізольованих бджіл, де субстратом виступає концентрований (50%-й) р-н цукрози, по-друге, з особливостями синергічного зв'язку йонів Со і Ні у вигляді цитратних сполук. Насамперед, тут має місце контроль рівня потужного регулятора гліколізу і глюконеогенезу — фруктозо-2,6-біфосфату, зокрема це стосується й тих випадків, коли інтенсивно *de novo* протікає глюконеогенез в організмі бджіл. Доведено, що у печінці ссавців, продукт

гексозомонофосфатного шляху (ГМФ) — ксилулозо-5-фосфат (К-5-Ф) є ключовим регулятором метаболізму вуглеводів і ліпідів та сприяє підсиленню гліколізу за умов надходження до організму великої кількості вуглеводів. Активація гліколізу сприяє синтезу ацетил-СоА, тоді як зростання потоку гексози через гексозомонофосфатний шлях призводить до утворення НАДФН. Ацетил-СоА і НАДФН є вихідними метаболітами у синтезі жирних кислот, концентрація яких, як відомо, суттєво зростає внаслідок підвищеного надходження вуглеводів. Ксилулозо-5-фосфат, крім цього, стимулює синтез усіх ензимів, які необхідні для утворення жирних кислот.

У стимулюючій підгодівлі бджіл найбільш повноцінними заміниками є ті компоненти, що комплексно поєднують необхідні протеїни, незамінні амінокислоти, мікроелементи, вітаміни, ліпіди, у. т. ч. ПНЖК і проявляють коригуючу дію на метаболічні процеси в організмі бджіл [290, 346].

Як відомо медоносні бджоли отримують необхідні мінеральні елементи з пилку і меду [349, 385, 405]. Підгодівля найбільш необхідними мінеральними речовинами може покращити стан організму бджіл і підвищити резистентність, продуктивність і життєздатність комах [110, 389]. Зокрема, за умов підгодівлі бджіл борошном сої та цитратами Со і Ні у весняний період встановлено вищий вміст Со і Ні, нижчі концентрації Zn, на тлі зростання Ge і Se у тканинах організму. Слід зазначити, що Со відіграє важливу роль у роботі ензимів; синтезі вітаміну B₁₂; пригнічує діяльність низки патогенних мікробів; сприяє засвоєнню вітамінів А, Е, С; підсилює протеїновий обмін [286]. Згодовування хлористого кобальту в осінній період викликало збільшення розплоду в сім'ях на 12,5%, вихід меду - на 34% порівняно з показниками сімей, які отримували тільки цукровий сироп. Кобальт підвищує захисні властивості організму, активує в організмі комахи ензими: каталазу, протеазу і інвертазу [59, 166].

За механізмом своєї біологічної дії Нікель виявляє помітну схожість з іншими 3d-елементами - Фер і Кобальтом. Дія Нікелю реалізується в

основному на клітинному і субклітинному рівні. Препарати Нікелю проявляють виражений вплив на гемопоез, впливаючи на морфологічний склад крові, збільшуючи кількість юних форм білих і червоних кров'яних тілець [238]. Відтворна функція тварин при дефіциті Нікелю змінюється в меншій мірі, ніж при дефіциті інших життєво необхідних мікроелементів. Все ж недостатня кількість Нікелю призводить до істотного зниження ефективності першого осіменіння, запліднення, підвищенню числа ялових тварин, викиднів. Цей елемент є активатором таких ензимів, як аргіназа, карбоксилаза, а також бере безпосередню участь у регуляції синтезу і секреції гормонів аденогіпофізу [12, 317].

За даними літератури [24, 113, 263], відомо про коливання концентрацій мінеральних речовин як в організмі медоносних бджіл, так і, відповідно, у продукції бджільництва, у т.ч. стільниках. У результаті проведених досліджень встановлені вірогідні різниці вмісту Co у стільниках бджіл при згодовуванні цитрату Co , що вказує на суттєвий рівень його трансформації в організмі через восковидільні залози. Однак, збереження вмісту Co у зразках стільників бджіл II і V груп на однаковому рівні може вказувати на інтенсивне засвоєння цього елемента з борошна сої та інгібуючий вплив на цей процес цитрату Ni . Встановлені характерні зміни щодо вмісту Ge і Cu у стільниках бджіл дослідних груп вказують на інгібуючий вплив цитратів Co і Ni на рівень трансформації Ge та синергічну дію цих мікроелементів на вміст Cu у стільниках бджіл III-V груп.

Як відомо, перга відіграє роль фізіологічного регулятора біологічної повноцінності живлення організму бджіл. Відповідно й наявність перги у вулику є невід'ємною умовою для вирощування якісного розплоду, живлення дорослих бджіл, росту і розвитку бджолосімей, їхньої продуктивності [267, 268, 399]. Наявність перги і її якість має виняткове значення для організму бджіл, адже протеїни є основою м'язової, нервової та інших тканин і входять до складу секрету деяких важливих залоз. Окрім протеїнох речовин, у перзі

містяться ліпіди, зола, клітковина, вуглеводи. Поживна цінність перги також залежить від наявності у ній вітамінів, амінокислот, макро- та мікроелементів [35]. Визначено, що біохімічний склад перги, як і бджолиного обніжжя, зумовлений ботанічним походженням та природо-кліматичними умовами, в яких одержують продукцію. Все це спричинює необхідність подальших досліджень складу і властивостей перги.

Отримані результати вказують на виражену синергічну дію Ni в дозі 1 і 2 мг, Mg – тільки 1 мг на вміст Fe у перзі та антагоністичну – щодо Zn і Co. Цитрат Co зумовлював синергічний вплив лише на зростання вмісту Fe, антагоністичний – Zn і Cu у перзі, що необхідно враховувати у схемах мінеральної підгодівлі бджіл у весняний період.

За результатами дослідження відзначено, що згодовування з цукровим сиропом різної кількості цитратів Co та Ni зумовлювало не однакові відмінності вмісту окремих мінеральних елементів у меді. Зокрема відмічено вірогідно вищі ($p < 0,001$) різниці для Co і Ni, на тлі нижчого рівня Se і Ge. Характерний вплив цитратів Co і Ni відзначено на вміст Cu і Zn, рівень якої підвищувався.

Підгодівля бджіл борошном сої та цитратами Co і Ni зумовлювала зміни якісних і фізико-хімічних показників меду дослідних груп та його біологічної цінності. Додавання цитрату Co до підгодівлі бджіл стимулювало обмін як ліпідів, так і азоту з посиленням синтезу в організмі та надходження до меду основної за кількістю амінокислоти – проліну. Доведено, що більша частина проліну меду виробляється бджолами і доповнюється до його вмісту у нектарі в період його біотрансформації, підвищуючи біологічну цінність та якість меду [11, 112, 117, 129].

Важливою умовою життєдіяльності та розмноження бджіл є постійне забезпечення їх сімей кормом, що багатий на ліпіди, протеїн, мінеральні елементи, вітаміни. Доведено, що для нормального розвитку однієї личинки бджоли необхідно 125–185 мг перги [21, 221, 318]. За умов недостатнього

надходження пилку, як природного корму, бджоли витрачають метаболічні запаси власного тіла. Відомо, що за оптимальних умов живлення кожна бджола–годувальниця за період виконання цієї функції вигодує у сім'ї не менше чотирьох личинок. Тоді як за дефіциту ліпідно–протеїно–мінерального живлення бджолої сім'ї кількість вигодовуваних личинок на одну бджолу – годувальницю зменшується у 10 – 15 разів [37]. Відзначається пряма кореляція між споживанням бджолами цукрового сиропу і перги. Це зумовлює одночасне збільшення вмісту ліпідів, протеїнів і мікроелементів в організмі, або їх зменшення за умов відсутності перги чи штучної протеїно–ліпідно–мінеральної підгодівлі. Доведено, що дефіцит природного корму у вигляді пилку і перги, який містить в оптимальних співвідношеннях ліпіди, протеїни, мінеральні речовини і вітаміни, спостерігається найчастіше у весняний період, а за несприятливих кліматичних умов – і влітку, що погіршує біологічну цінність та якість бджолої продукції [11]. Найчастіше у ці періоди відзначається непропорційне надходження вуглеводів стосовно інших компонентів живлення бджіл, зокрема ліпідів і мікроелементів, що зумовлює їх дистрофічне виснаження і передчасне старіння організму та загибель [198]. Тому підгодівля бджіл тільки цукровим сиропом без ліпідно–протеїнових і мінеральних добавок у весняний період, коли розпочинається інтенсивне розмноження бджолиних сімей, завдає значної шкоди пасікам. З метою недопущення таких втрат і зниження біологічної цінності продукції у практиці бджільництва у вказані критичні періоди використовується підгодівля бджолосімей заміниками перги, або її доповнювачами, у тому числі з введенням мікроелементів [25, 262, 315, 319, 329]. Це підсилює нарощування сили сім'ї, життєздатність бджіл, попереджує виснаження їх організму та покращує біологічну цінність і якість продукції [44, 311]. Однак, фізіолого–біохімічні механізми такого комплексного впливу компонентів підгодівлі на організм бджіл, у т. ч. на метаболізм ліпідів і мікроелементів у тканинах, а також біологічну цінність продукції, ще не з'ясовані.

За результатами досліджень впливу згодовування борошна сої і цитратів Со і Ні встановлено вірогідні міжгрупові різниці вмісту як загальних ліпідів, так і їхніх окремих класів у гомогенатах тканин цілого організму бджіл. Компоненти підгодівлі з високою вірогідністю ($p < 0,001$) зумовлювали підвищення відносного вмісту етерифікованого холестеролу у ліпідах тканин бджіл дослідних груп. Отримані дані можуть вказувати на визначальний вплив борошна сої на зростання етерифікації холестеролу в тканинах бджіл, а також на підсилення цього впливу цитратом Со і Ні та їхнім комплексним застосуванням у V групі. Однак, вплив цих аліментарних чинників на відносний вміст вільного холестеролу не виявив такої чіткої залежності. Підгодівля бджіл II групи борошном сої і цукровим сиропом зумовлювала не вірогідне підвищення рівня НЕЖК у ліпідах тканин, проте додавання до цих компонентів цитрату Со і Ні, а також їх суміші супроводжувалось вірогідним зниженням рівня цієї фракції у бджіл дослідних груп.

Характерно, що відносний вміст фосфоліпідів, а також моно- і диацилгліцеролів у ліпідах тканин бджіл дослідних груп зберігав однакову залежність – не змінювався в II групі, але вірогідно зменшувався в III, IV і V дослідних групах. Очевидно, внесення до компонентів підгодівлі цитратів Со і Ні стимулювало розщеплення з участю фосфоліпаз цих класів ліпідів корму, а також посилювало використання їх в метаболічних процесах організму за умов інтенсивного фізичного навантаження бджіл у період активного медозбору. Відомо, що надходження глюкози до тканин організму проходить із використанням депонованого у жировому тілі робочих бджіл глікогену та триацилгліцеролів [159].

Триацилгліцероли жирового тіла бджіл забезпечують їхній організм енергією за умов недостатнього надходження глюкози до організму під впливом дефіциту вуглеводів за схемою: триацилгліцероли (жирове тіло) > жирна кислота + моно- та диацилгліцероли (транспортуються у гемолімфу з подальшим надходженням у льотні м'язи) > жирні кислоти (окиснення в

м'язових клітинах до CO_2 і H_2O) + гліцерол (переходить через гемолімфу зворотно в жирове тіло і бере участь у синтезі триацилгліцеролів) [70, 97, 346, 347, 361, 403]. Характерні зміни ліпідного складу в тканинах цілого організму медоносних бджіл дослідних груп, зумовлені різними дозами цитратів мікроелементів у сиропі, спостерігалися з боку триацилгліцеролів ($p < 0,01$). Загалом встановлені відмінності вмісту різних класів ліпідів в тканинах цілого організму медоносних бджіл можуть вказувати на особливості регуляторного впливу цитратів Co і Ni та їх сумісного згодовування з борошном сої на біосинтез і нагромадження цих класів ліпідів у тканинах у період весняної підгодівлі.

Ліпідні компоненти, в т. ч. жирні кислоти, в організмі медоносних бджіл відкладаються в жировому тілі. За необхідності вони використовуються як енергетичний та структурний матеріал і можуть свідчити, до певної міри, про екологічні умови живлення бджіл [21, 198, 368]. Кількість жиру в тілі бджоли, його зменшення або збільшення є одним з найбільш важливих показників, які характеризують загальний стан комахи. Основна маса ліпідів, які надходять з травного каналу, відкладається у депо організму, в так званому жировому тілі. Хімічний склад цих резервних жирів залежить від співвідношення компонентів корму та фізіологічного стану організму [6]. На думку деяких авторів, у жировому тілі спостерігається накопичення резервних речовин у вигляді жиро-протеїнових відкладень і глікогену [142, 240]. Аналізуючи дані проведених досліджень, можна зауважити зміни жирнокислотного складу ліпідів тканин цілого організму медоносних бджіл з вірогідним зростанням мононенасичених і поліненасичених жирних кислот, що вказує на виражений коригуючий вплив застосованих добавок цитратів Co і Ni , ніж борошна сої.

Крім того, стимулюючий вплив як роздільного, так і поєданого застосування цитратів Co і Ni характеризувався рівнем насичених, крім стеаринової, яка виявляла тенденцію до зниження, та ейкозанової жирних кислот, вміст якої не змінювався.

Отже можна вважати, що цитрати Co і Ni мають аналогічний стимулюючий вплив на вміст насичених жирних кислот C_{8:0}–C_{16:0} у ліпідах тканин бджіл, проте сумісне застосування їх у весняній підгодівлі не підсилює цього фізіологічного ефекту.

Олеїнова кислота– це основний компонент триацилгліцеролів і входить до складу фосфоліпідів і естерів холестеролу, а також впливає на активність Δ6– і Δ5–десатураз, які каталізують біосинтез поліненасичених жирних кислот і здатні вбудовуватись у фосфоліпідний бішар, впливаючи на проникність клітинних мембран [224]. Характерно, що вміст олеїнової, ліноленової, ейкозапентаєнової (крім II гр.) і докозаєнових (C_{22:3}; C_{22:4}; C_{22:5} і C_{22:6}) жирних кислот у ліпідах тканин бджіл дослідних груп суттєво не змінювався зі збереженням стабільної тенденції до вищого їх рівня у бджіл IV і V дослідних груп.

Процес розщеплення жирних кислот з жирової тканини характеризується розщепленням в клітинах і перенесенням гемолімфою до місць їхнього безпосереднього окиснення. Цими місцями є клітинні органели – мітохондрії. Вони є універсальними енергетичними станціями клітин. Мітохондрії є єдиними постачальниками енергії для здійснення всіх функцій і реакцій організму (дихання, рух, травлення, розмноження і т.д.) [2, 105]. Внутрішньомітохондріальне спалювання жирів здійснюється шляхом їх проникнення в середину мітохондрій, у так званий мітохондріальний матрикс, крізь мембранну оболонку. Це проникнення регулюється гормонами та іншими речовинами. При цьому здійснює активний транспорт довгих ланцюжків жирних кислот крізь мембрану. Можливо саме нестача біологічно активних речовин, які регулюють ліполіз, стає причиною порушень в обміні жирів: окиснення жирів у організмі відбувається неефективно і в незначній кількості.

Тому з результатів досліджень, можна припустити, що внесення до компонентів підгодівлі цитратів Co і Ni стимулює підвищення вмісту

більшості насичених жирних кислот у ліпідах тканин їх організму, проте поєднання застосування цих сполук не підсилює їх фізіологічного впливу на рівень насичених жирних кислот у ліпідах тканин.

Отже, підгодівля бджіл з додаванням цукрового сиропу, борошна сої і цитратів Со та Ні стимулює обмін ліпідів у тканинах і синтез та збагачення меду проліном, що вказує на доцільність застосування цих добавок в живленні бджіл у весняний період.

Вивченню метаболізму жирів у комах приділяється велика увага впродовж багатьох років. Характерною ознакою жирового обміну в комах є особливість ліпідної транспортної системи. Основні ліпіди трансформуються у диацилгліцероли. Ці процеси здійснюються за допомогою ліпопротеїнів високої щільності – ліпофоринів. Ліпофорин вважається транспортним елементом, який забирає ліпіди з кишечника і доставляє їх до тканин для зберігання або використання. Більшість засвоєних поживних речовин відкладається у депо. Цим депо служить жирове тіло, розвиток якого впливає на тривалість життя робочих бджіл [104, 215, 226].

Відомо, що вміст ліпідів у тканинах організму зазнає значних коливань протягом року. Особливо виражені зміни щодо вмісту загальних ліпідів та їхніх окремих фракцій у весняний та осінній періоди року. Низка літературних джерел [104, 105, 368] трактує саме ці періоди року найбільш важливими в життєдіяльності бджолиних сімей, що зумовлюють біохімічні зміни ліпідного живлення медоносних бджіл цих генерацій. Обмін ліпідів у медоносних бджіл є важливим біохімічним показником стану їх організму, а його зміни можуть бути пов'язані як з використанням штучної підгодівлі, так і внесенням до підгодівлі окремих біотичних мінеральних елементів.

Згодовування з цукровим сиропом різної кількості Со і Ні цитрату зумовлювало зміни ліпідного складу тканин цілого організму медоносних бджіл. Встановлені міжгрупові різниці вмісту загальних ліпідів у зразках цілого організму бджіл свідчать про неоднаковий вплив різної кількості

цитратів у компонентах добавки. Одержані результати досліджень цього етапу засвідчують позитивні зміни динаміки вмісту окремих фракцій ліпідів, що сприяють процесам метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів трофічного ланцюга та підтверджують доцільність використання добавок у підгодівлі бджіл.

Встановлені відмінності класів ліпідів в тканина організму бджіл, очевидно, зумовлювалися безпосереднім впливом добавок на інтенсивність ліпідного обміну в організмі, функціонування залоз і дією цих елементів на процеси ліпогенезу. Вірогідне зростання вмісту фосфоліпідів, вільного холестеролу, НЕЖК і триацилгліцеролів у тканинах організму можуть вказувати на коригуючий вплив різних кількостей цитратів на метаболізм ліпідів в організмі бджіл.

Це може впливати на зростання їхнього рівня як в тканинах тіла бджіл, так і продукції, що містить компоненти мікробного синтезу, зокрема у перзі. Аналіз отриманих результатів досліджень вказує на вірогідне зниження фосфоліпідів та вільного холестеролу. Одержані дані вказують також і на зміни вмісту НЕЖК з вірогідним ($p < 0,001$) зростанням їх рівня у ліпідах перги бджіл, а також триацилгліцеролів і етерифікованого холестеролу. Встановлені відмінності фракційного розподілу ліпідів у перзі бджіл можуть зумовлюватись як безпосереднім метаболічним впливом цитратів кобальту і нікелю на обмін ліпідів і їхніх фракцій як в організмі бджіл, так і опосередковано через його синергічну та антагоністичну взаємодію з іншими мікроелементами у процесі зброджування пилку з медом.

Дослідженнями бджолиних стільників за умов підгодівлі цитратами Со і Ні встановлено вірогідні відмінності вмісту моно- та диацилгліцеролів, вільного і етерифікованого холестеролу ($p < 0,01-0,001$) у стільниках дослідних груп, порівняно з їхнім вмістом у стільниках контрольної групи. Слід відзначити, що полярні ліпіди мембран, а саме ФЛ та СФЛ в організмі тварин не депонуються, проте вони постійно синтезуються, сприяючи регенерації

клітинних мембран під час протікання метаболічних процесів в їхньому організмі, а також стабілізації їхньої структурної конформації на рівні клітинних мембран [222, 314, 387].

Серед хімічних елементів, які регулюють різні функції в тканинах тварин і бджіл, є біометали, що після всмоктування в організмі утворюють координаційні сполуки та виконують роль біологічно активних речовин. Встановлено важливість для бджіл таких мінеральних елементів, зокрема це Кобальт (Co), Магній (Mg), Манган (Mn), Калій (K), Йод (I) [173, 256, 381].

Так, Кобальт відіграє важливу роль у роботі ензимів; синтезі вітаміну B12; пригнічує діяльність низки патогенних мікробів; сприяє засвоєнню вітамінів А, Е, С; підсилює протеїновий обмін [285, 338]. Кобальт підвищує захисні властивості організму, активізує в організмі комахи ензими: каталазу, протеазу і інвертазу [83, 230]. За підгодівлі бджіл цукровим сиропом з хлористим кобальтом в гемолімфі личинок збільшується рівень загального протеїну і протеїнових фракцій [286]. Згодовування хлористого кобальту бджолам викликає збільшення розплоду в сім'ях на 12,5%, вихід меду - на 34% порівняно з показниками сімей, які отримували тільки цукровий сироп.

За механізмом своєї біологічної дії Нікель виявляє помітну схожість з іншими 3d-елементами - Ферумом і Кобальтом. В організмі він відіграє важливу біологічну роль: входить до складу гетероциклічних і фосфатних сполук ДНК і РНК, бере активну участь у стабілізації нуклеїнових кислот, зберігає структуру рибосом і захищає їх від денатурації. Встановлено, що він впливає на вуглеводний обмін і окисні процеси в організмі [12]. Нікель є активатором таких ензимів, як аргіназа, карбоксилаза, та ін., а також бере безпосередню участь у регуляції синтезу і секреції гормонів аденогіпофізу [172].

Тому активізація фізіологічних можливостей медоносних бджіл згодовуванням органічних солей мікроелементів є безпечною альтернативою, яку може розумно використовувати людина без шкоди бджолам, для

підвищення життєздатності та продуктивності їх сімей. Індивідуальний підхід до особливостей певних періодів бджолярського сезону із застосуванням різних схем підгодівлі поживними речовинами і стимуляторами можуть стати запорукою ефективної адаптації бджіл і підвищення їх продуктивності.

Характерно, що як роздільне, так і поєднане додавання Ni і Co зумовлювало однонаправлені зміни щодо вмісту Zn, Fe і Ni у тканинах бджіл всіх чотирьох дослідних груп з підвищенням рівня Fe і Ni та зниженням Zn і Cu. Отримані результати вказують на виражену синергічну дію Ni на вміст Fe в дозі 1 і 2 мг, Mg – тільки 1 мг та антагоністичну – щодо Zn і Co. Цитрат Co зумовлював синергічний вплив лише на зростання вмісту Fe, антагоністичний – Zn і Cu, що необхідно враховувати у схемах мінеральної підгодівлі бджіл у весняний період.

Як відомо, перга відіграє роль фізіологічного регулятора біологічної повноцінності живлення організму бджіл. Відповідно й наявність перги у вулику є невід'ємною умовою для вирощування якісного розплоду, живлення дорослих бджіл, росту і розвитку бджолосімей [309, 399]. Окремі дослідники [234, 397] вважають, що основна кількість мікроелементів нагромаджується в організмі бджіл за рахунок інтенсивного споживання ними пилку і перги протягом перших двох тижнів самостійного живлення. У наступні вікові періоди нагромадження цих елементів у тканинах продовжується під час переробки нектару в мед з відціджуванням пилку і надходженням його в середню кишку.

Зокрема, за результатами дослідження у перзі бджіл у період весняної підгодівлі цитратами Co та Ni відмічено вищий вміст Mg ($p < 0,05$), Mn і Fe ($p < 0,001$) на тлі нижчого рівня Cu ($p < 0,001$). Комплексне застосування добавок характеризувалося підвищенням вмісту Fe ($p < 0,01$), Mn ($p < 0,001$) та зниження Cu ($p < 0,001$) і Ni ($p < 0,05$) у перзі медоносних бджіл.

Як відомо, бджолині стільники є важливим об'єктом для виготовлення і збереження бджолами меду й перги, а також вирощування приплоду. В

процесі використання бджолами стільників у їх сотах нагромаджуються невоскові компоненти, частина з яких може бути шкідливою для бджіл [356, 385]. Аналізуючи результати досліджень вмісту мінеральних елементів у стільниках за умов підгодівлі цитратами Со та Ні спостерігали вірогідне збільшення вмісту Mg, Zn, Fe, Ge, Co, Cu, Ni у зразках з вуликів дослідних груп.

Варто зазначити, що визначення показників фізіологічної активності та біологічної цінності меду характеризувалося міжгруповими вірогідними різницями досліджуваних величин. Зокрема, за умов згодовування добавок цитратів спостерігали вищий вміст проліну у меді II, IV та V дослідних груп ($p < 0,05-0,001$) порівняно до контролю. Аналогічні різниці діастазного числа встановлені у всіх зразках меду, що може вказувати на стимулюючий вплив Ні та Со цитратів на синтез цього ензиму в організмі бджіл та надходження в мед.

Активація мінерального та ліпідного обмінів в організмі бджіл зумовлювала вірогідні різниці інтенсивності середньодобової яйцекладки бджолиних маток дослідних груп проти рівня її у маток бджолосімей контрольної групи. Встановлено, що введення бджолиним сім'ям цитратів Со і Ні до сиропу весняної підгодівлі викликало підвищення кількості відкладених бджолиними матками яєць в дослідних групах проти контрольної на 31,5% в II групі, 43,3% - III, 41,8% - IV і 16,1% - V групах, що вказує на більш високу ефективність роздільного застосування цитратів Со і Ні. Характерно, що середня кількість яєць, відкладених кожною бджолиною маткою II - IV груп в добу за 24-добовий дослідний період перевищувала цей показник підготовчого періоду в 2,2 - 2,7 рази, тоді як в контрольній і V дослідній - в 1,7 рази.

Відомо, що ліпіди представлені жирними кислотами і ефірами спиртів, а також додатковими компонентами. Жирні кислоти входять до складу фосфоліпідів і гліколіпідів. Ці речовини в запас не відкладаються, але як структурні компоненти мембран постійно оновлюються. Найбільш інтенсивно

цей процес відбувається в жировому тілі медоносних бджіл. Жири є важливим джерелом енергії в їх організмі. При повному окисленні жирних кислот звільняється значна кількість енергії, яка використовується для різних функцій організму. Енергетичні можливості жирних кислот значно вище, ніж глюкози. Це пов'язано з тим, що при їх окисленні вихід АТФ більш ніж удвічі вище [341, 342, 369].

Особливо виражені зміни щодо вмісту в організмі бджіл загальних ліпідів та їхніх окремих класів у весняний та осінній періоди року. Низка літературних джерел [103, 233, 331] трактує саме ці періоди року, що зумовлюють певні біохімічні зміни, в т. ч. ліпідного обміну в організмі, найбільш важливими в життєдіяльності бджолиних сімей.

Аналізуючи дані проведених досліджень можна зауважити, що у тканинах бджіл II і III дослідних груп літньо-осінньої генерації, яким згодовували цитрати Со і Ні вірогідно зріс вміст загальних ліпідів. За вмістом моно-та диацилгліцеролів і вільного холестеролу були відзначені вірогідні різниці їхнього вмісту у тканинах бджіл дослідних груп. Характерно, що високий рівень фосфоліпідів у тканинах організму супроводжувався суттєвим зниженням вмісту триацилгліцеролів (тільки в III групі) і етерифікованого холестеролу. Відзначені відмінності свідчать про важливу регуляторну функцію Со і Ні щодо обміну окремих класів ліпідів в організмі медоносних бджіл залежно від його рівня в компонентах живлення.

Висока вірогідність міжгрупових різниць щодо вмісту окремих класів ліпідів відзначена в стільниках обох дослідних груп. Зокрема, відзначено вірогідне зниження вмісту фосфоліпідів у II ($p < 0,01$) і зростання в III ($p < 0,05$) дослідних групах порівняно до показників у контрольній групі. Суттєво знижувався вміст моно- та диацилгліцеролів ($p < 0,01-0,001$) та вільного холестеролу на тлі зростання рівня НЕЖК ($P < 0,001-0,01$) та етерифікованого холестеролу ($p < 0,05-0,01$) у цих дослідних групах.

Отже, згодовування цукрового сиропу і різних доз цитратів Со і Ні бджолам суттєво впливає на вміст загальних ліпідів та їх класів у тканинах і стільниках, що може зумовлюватися коригуючою дією цих сполук на метаболізм і синтез ліпідів в організмі та екскрецію окремих їх класів восковидільними залозами.

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 [231, 255, 261]. 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 [376].

За умов підгодівлі цитратами хрому та селену у літньо-осінній період, спостерігали зміни вмісту мінеральних елементів у тканинах цілого організму. Зокрема, спостерігали міжгрупові різниці вмісту Fe, Zn та Cu у тканинах дослідних груп порівняно до контролю як окремих анатомічних відділів, так і цілого організму медоносних бджіл. Характерно, що Pb і Cd не рівномірно акумулюються різними відділами тіла медоносних бджіл [110, 117, 219, 371, 409]. Оскільки Pb і Cd найбільше акумулюється в ректальних залозах медоносних бджіл, це впливає на збільшення вмісту в них води за рахунок інгібування ректальних залоз, послабленням функції, яка забезпечує резорбцію води із вмістимого ректальних залоз [332, 398]. Характерно, що у тканинах організму медоносних бджіл спостерігалися міжгрупові коливання Pb ($p < 0,01$), що свідчить про більше виражений вплив згодовуваних добавок, особливо Со.

Аналізуючи вміст мінеральних елементів у стільниках характерним є зниження концентрації Pb у 1,2 раза – II та III групах ($p < 0,001$) та вміст Cd – у 1,2 раза – III ($p < 0,001$); 1,8 раза – II група ($p < 0,05$) порівняно до контрольної групи.

Перетворення нектару у мед є складним процесом, який відбувається під впливом низки фізіологічних та фізико-хімічних чинників, які спричиняють кількісні та якісні зміни. Інтенсивність переробки нектару в мед в значній мірі залежить від кількості розплоду, природних та індивідуальних особливостей бджолиних сімей, секреторної діяльності залоз та ряду інших факторів [119, 208, 269, 324]. Висока харчова цінність меду пояснюється вмістом багатьох біологічно активних речовин, таких як ферменти, органічні кислоти, вітаміни, ароматичні ліпідні і азотисті сполуки, мінеральні елементи [4, 5, 169, 175, 207, 345, 370].

Згодовування з цукровим сиропом різної кількості цитратів Ni і Co зумовлювало не однакові відмінності вмісту окремих мінеральних елементів у меді. Зокрема, відмічено підвищення вмісту Fe ($p < 0,001$), Cu та Zn, на тлі зниження Cd та Pb, порівняно до контролю.

Поряд з тим, у зразках меду дослідних груп відзначено вірогідно вищий рівень проліну та водневих іонів ($p < 0,001$), що вказує на стимулюючий вплив цукрового сиропу та його поєднання з цитратами Co та Ni на мікробіологічні процеси в меді і його ферментативну активність у період дозрівання [383, 386, 405, 409].

Таким чином, застосування стимулюючої підгодівлі в бджільництві сприяє збільшенню життєздатності, резистентності та медової продуктивності та репродуктивної здатності бджолиних сімей. Також вони надають позитивний вплив на біологічний і фізіологічний стан організму бджіл, збільшуючи живу масу, посилюючи ріст, розвиток, сприяючи кращій фізіологічній підготовці бджіл до зимівлі, що в кінцевому результаті, дозволяє

значно скоротити витрату вуглеводного і протеїнового кормів, при їх переробці і осінньому нарощуванні.

ВИСНОВКИ

У дисертації отримано експериментальні дані щодо впливу цитратів Со і Ні та борошна натуральної сої на вміст окремих мінеральних елементів і ліпідів у тканинах організму та продукції медоносних бджіл у весняний і літньо-осінній періоди. З використанням сучасних методів фізіолого-біохімічних досліджень з'ясовано відмінності поєднаного та роздільного впливу цитратів Со і Ні та борошна сої, як компонентів підгодівлі, на вміст мікроелементів, ліпідів, жирних кислот у тканинах організму, продукції бджіл, її біологічну цінність, а також дію на репродуктивну функцію бджоломаток. Науково обґрунтовано введення в підгодівлю медоносним бджолам фізіологічно активних доз цитратів Со і Ні, одержаних з використанням методів нанотехнології.

1. Підгодівля медоносних бджіл цитратами Со і Ні та борошном сої в умовах утримання в ентомологічних садках зумовлює зниження ($p < 0,01-0,001$) вмісту Fe, Cu та підвищення ($p < 0,01$) Со і Ні у тканинах бджіл. Роздільна підгодівля бджіл цитратами Со (2 мг) та Ні (1 мг) зумовлює підвищення вмісту Fe і Со та зниження Cu, Zn і Ні у тканинах бджіл.

2. Комплексна підгодівля бджіл цитратами Со (2 мг) і Ні (1 мг) та борошном сої в умовах утримання в ентомологічних садках підвищує життєздатність та посилює метаболізм ліпідів зі зростанням умісту фосфоліпідів ($p < 0,01$), моно- і диацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу на тлі зниження вмісту триацилгліцеролів ($p < 0,001$) у тканинах організму. Роздільне застосування цитратів Со (2 мг) і Ні (1 мг) зумовлює вірогідні різниці зі зростанням у тканинах організму бджіл умісту фосфоліпідів, НЕЖК і моно- та диацилгліцеролів на тлі зниження триацилгліцеролів ($p < 0,001$).

3. Уведення цитратів Со (2 мг) і Ні (1 мг) та борошна сої як компонентів весняної підгодівлі бджолиних сімей, зумовлює збільшення

вмісту у тканинах організму медоносних бджіл Co, Ni, Se ($p < 0,05-0,001$). Застосування Co і Ni цитратів у підгодівлі бджіл сприяє підвищенню вмісту цих елементів, а також Cu, Fe у перзі, стільниках і меді.

4. Згодовування бджолиним сім'ям цитратів Co і Ni та борошна сої у весняний період забезпечує вірогідно вищий вміст у тканинах організму загальних ліпідів зі змінами співвідношення їх класів, моно- і поліненасичених жирних кислот, а також жирних кислот родини n 3 до родини n 6.

5. Роздільна підгодівля бджолосімей цитратами Co (2 мг) і Ni (1 мг) у весняний період характеризується вищою на 13,5 % інтенсивністю відкладання яєць бджолиними матками, що більш виражено в другому 12-добовому періоді. Поєднане застосування цитратів Co (2 мг) і Ni (1 мг) з цукровим сиропом за весняної підгодівлі медоносних бджіл проявляє менший стимулюючий вплив на інтенсивність відкладання яєць матками бджіл, ніж роздільне їх застосування.

6. Фізіологічний вплив цитратів Co (2 мг) і Ni (1 мг) при згодовуванні у весняний період характеризується високим вмістом у тканинах бджіл загальних ліпідів, фосфоліпідів, триацилгліцеролів ($p < 0,001$), на фоні зниження етерифікованого холестеролу ($p < 0,05-0,001$); у перзі - відзначено високий вміст моно- і диацилгліцеролів ($p < 0,05-0,001$), НЕЖК; у перзі та стільниках - триацилгліцеролів ($p < 0,01-0,001$) і етерифікованого холестеролу, зі зниженням у них фосфоліпідів і вільного холестеролу ($p < 0,001$).

7. Роздільна підгодівля цитратів Co (2 мг) і Ni (2 і 1 мг) у весняний період збільшує ($p < 0,01-0,001$) вміст Mg і Fe у тканинах організму бджіл на тлі зменшення Zn і Cu; у перзі — підвищує Mg, Fe, Ge ($p < 0,05-0,001$); у стільниках — підвищує Mg, Zn, Fe, Ge, Co ($p < 0,001$). Поєднана підгодівля бджіл цитратами Co (2 мг) та Ni (1 мг) знижує ($p < 0,01-0,001$) вміст в тканинах їх організму Zn, Cu, Mg, Ge; у перзі — Mg, Cu, Ge; підвищує — Mg, Zn, Ge у стільниках. Біологічна дія цитратів Co і Ni характеризується покращенням

харчової цінності меду і його збереженості зі збільшенням вмісту проліну та концентрації водневих іонів.

8. Роздільна і поєднана підгодівля бджіл у літньо-осінній період цитратами Со і Ні характеризується різноспрямованим впливом на вміст окремих мінеральних елементів з вищим рівнем Fe ($p < 0,05-0,001$), Mn ($p < 0,001$), Zn ($p < 0,05$), Ge ($p < 0,05$) у тканинах організму медоносних бджіл. Встановлено також зростання вмісту Fe ($p < 0,05$), Cu та Ni, за зниження вмісту Zn у стільниках і меді.

9. Підгодівля медоносних бджіл у літньо-осінній період цитратами Со і Ні забезпечує вищий вміст фосфоліпідів, триацилгліцеролів, вільного холестеролу на тлі зменшення моно- і диацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу ($p < 0,01$) у тканинах організму. У стільниках зменшується вміст загальних ліпідів, моно- та диацилгліцеролів ($p < 0,01-0,001$), вільного холестеролу ($p < 0,01$), але зростає рівень фосфоліпідів ($p < 0,05$), НЕЖК ($p < 0,01-0,001$) і етерифікованого холестеролу ($p < 0,05-0,001$).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою корекції мінерального живлення медоносних бджіл, поліпшення якості і біологічної цінності продукції, стимулювання репродуктивної функції бджоломаток у весняно-літній період рекомендується використовувати у підгодівлі цитрати Со (2 мг) або Ні (1 мг) на 300 мл цукрового сиропу, що забезпечує високу інтенсивність яйцекладки, оптимізацію вмісту в тканинах організму і продукції мінеральних елементів та ліпідних компонентів.

Результати дисертаційних досліджень доцільно використовувати у вищих навчальних закладах для формування навчальних програм з дисциплін «Фізіологія людини і тварин», «Бджільництво».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аветисян, Г. А., Черевко, Ю. А. Пчеловодство. М.: ИРПО; Изд. Центр Академия, 2001, 320.
2. Авцин, А. П., Жаворонков, А. А., Риш, М. А., Строчкова, Л. С. Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991, 495.
3. Аганин, А. В. Мед и его исследование. Издательство Саратовского университета, 1985, 148 – 152.
4. Адамчук, Л. О., Білоцерківець, Т. І., Генгало, Н. О., Михальська, О. М. Оцінювання меду за показниками якості відповідно до чинних нормативів. Науковий вісник НУБІП України, 2015, 223, 52-57.
5. Адамчук, Л. О., Білоцерківець, Т. І. Ферментативна активність меду – ознака якості та натуральності. Біоресурси і природокористування, 2015, 7 (1-2), 110-114.
6. Акопян, И. И. Накопление жира в организме пчел зимой. Пчеловодство, 1978, 3, 17.
7. Альберт, Р. С., Ботяновский, А. Г. Значение белковых кормов в жизнедеятельности пчел. Материалы Первой Междунар. науч.-практ. конф. по пчеловодству и пчелотерапии, Минск, 2002, 157.
8. Бага, О. М. Соя – білковий корм для бджіл. Пасіка. 2001, 6, 14
9. Багрій, І. Г. Заготівля квіткового пилку. Пасіка, 2001, 5, 37
10. Бандман, А. Л., Волкова, Н. В., Грехова, Т. Д. и др. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V — VII групп: Справ. изд. Л.: Химия, 1989, 592.
11. Бармина, И. Э., Маннапов, А. Г., Карпова, Г. В. Стимулирующие подкормки для пчелиных семей с добавлением комплексных аминокислотных и пробиотических препаратов. Вестник ОГУ, 2011, 2(131), 376 – 377.

12. Белецкий, Е. М., Кулибаба, Р. А., Владыкин, К. П. Никель. Польза и вред для живых организмов. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області, 2012, 12, 263-283.
13. Беренштейн, Ф. Я. Микроэлементы в физиологии и патологии животных. Минск: Урожай, 1966, 195.
14. Биладш, Н. Г. Искусственный корм для пчел. Пчеловодство, 2000, 5, 50–51.
15. Биладш, Н. Г. Новый углеводный корм для пчел «Апивит». Материалы 2-й Междунар. научн.-практ. конф. «Интермед-2001». Рыбное, 2001, 30–31.
16. Биладш, Н., Беневоленская, Б. Заменители корма пчел. Пчеловодство, 2002, 24-26.
17. Биладш, Н. Г. Влияние запасов перги на качество пчел. Пчеловодство, 1990, 4, 6.
18. Биладш, Н. Г. Сравнительный анализ белковых заменителей. Пчеловодство, 2003, 1, 53–54.
19. Бирман, Б. Я., Альберт, Р. С., Безнос, Т. В. Протеинсодержащая подкормка для пчел. Актуальные проблемы патологии с.-х. животных: Материалы междунар. науч.–практ. конф., посвящ. 70–летию со дня образования БелНИИЭВ им. С. Н. Вышелесского, Минск, 2000, 423–424.
20. Богданов, Г. О. Поліщук, В. П., Рівіс, Й. Ф., Локутова, О. А. Жирні кислоти пилку рослин та їх роль в метаболічних процесах і життєдіяльності бджіл. Біологія тварин, 2003, 2, 43–49.
21. Богданов, Г. О., Поліщук, В. П., Рівіс, Й. Ф., Локутова, О. А. Жирні кислоти пилку рослин (бджолиного обніжжя) та їх роль в метаболічних процесах і життєдіяльності бджіл. Біологія тварин, 2003, 5 (1–2), 149–159.
22. Богданов, Г. О., Поліщук, В. П., Локутова, О. А. Мінеральні елементи в контексті екологічної оцінки квіткового пилку (бджолиного

обніжжя). Науково технічний – бюлетень Інституту біології тварин. Львів, 2004, 3, 233–140.

23. Боднарчук, Л. І. Мусялківська, А. О. Мінеральний склад продуктів бджільництва. Пасіка, 2008, 8, 26-27.

24. Бондарева, Н. В. Использование медоносных пчел как биоиндикаторов загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Успехи современного естествознания, 2005, 10, 5–6.

25. Бондарева, Н. В. О метаболизме тяжелых металлов в организме пчел. Современные технологии в пчеловодстве. Рыбное, 2004, 126-130.

26. Борисевич, В. Б., Борисевич, Б. В., Хомин, Н. М. та ін. Здобутки нанотехнології в лікуванні та профілактиці хвороб тварин. Нановетеринарія (впровадження інноваційних технологій). Київ: ДАІ, 2009, 184.

27. Борисевич, В. Б., Каплуненко, В. Г., Косінов, М. В. та ін. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії. К.: «Авіцена», 2010, 416.

28. Борисевич, В. Б.; Борисевич, Б. В.; Каплуненко, В. Г. Спосіб активації метаболічних процесів і підвищення ефективності синтезу білків в живих організмах «Комплексний біофізично-біохімічний наностимулювальний ефект Борисевича — Каплуненка — Косінова». Патент України на корисну модель № 43415, МПК (2006): А61Р 3/02 (2009.01), А23К 1/16, А61К 31/205 (2009.01), В82В 3/00. Опубл. 10.08.2009.Бюл. № 15/2009.

29. Борисевич, В. Б.; Каплуненко, В. Г.; Косінов, М. В. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії. Навчальний посібник. «Авіцена»: К., 2010; 416.

30. Брандорф, А. З., Рычков, И. Н., Ивойлова, М. М. Особенности переработки маточного молочка. Аграрная наука Евро–Северо–Востока, 2011, 4 (23), 30–33.

31. Брандорф, А. З., Ивойлова, М. М. Оценка зимостойкости пчелиных семей при подкормке сахарным сиропом, Пчеловодство, 2011, 10, 15–17.

32. Брандорф, А. З., Ивойлова, М. М. Яйценосность маток в оценке медопродуктивности и зимостойкости семей. Пчеловодство, 2012, 6, 16–18.
33. Брандорф, А. З., Ивойлова, М. М.. Влияние подкормки пчелиных семей (*Apis mellifera* L.) сахарным сиропом на качественные параметры зимовки Аграрная наука Евро–Северо–Востока, 2012, 1 (26), 31–34.
34. Брич, О. І.; Синетар, Е. О.; Каплуненко, В. Г. Перспективи застосування наноаквахелатів металів. Досягнення біології та медицини. 2015, 2(26), 64-66.
35. Броварський, В. Д., Адамчук, Л. О., Брінза, Я. Мінеральні речовини перги. Біологія тварин, 2015, 17 (4), 164.
36. Броварський, В. Д. Адамчук, Л. О., Бріндза, Я. Мінеральні речовини перги. Пасіка, 2016, 11, 18-20.
37. Броварський, В. Д., Багрій, І. Г. Розведення та утримання бджіл. К.: Урожай, 1995, 223.
38. Броварський, В. Д. Бріндза, Я., Отченашко, В. В., Повозніков, М. Г., Адамчук, Л. О. Методика дослідної справи у бджільництві. Навчальний посібник, К.: Видавничий дім «Вініченко», 2017, 155- 158.
39. Броварський, В. Д. Головецький, І. І., Штанько, Д. Г. Екотоксикологічна оцінка впливу пестицидів на медоносних бджіл. Вісник Житомирського агроєкологічного університету (Науково-теоритичний збірник), 2012, 1 (30), 267-270.
40. Броварський, В. Д., Папченко, О. В. Кормові ресурси, розвиток і продуктивність бджолиних сімей. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету (Науково-теоретичний збірник), 2014, 23, 2 (44), 155–158.
41. Буранбаев, И. И. Влияние стимулирующих подкормок на хозяйственно полезные признаки пчелиных семей в различных условиях содержания :автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.–х. наук. Уфа, 2004, 21.

42. Бурмистрова, Л. А., Русакова, Т. М., Лизунова, А. С., Репникова Л. В. Особенности накопления токсичных элементов отдельными продуктами пчеловодства. Современные технологии производства и переработки меда. Материалы Межд. науч.-практ. конф. по пчеловодству. Новосибирск, 2008, 13–19.
43. Буртов, Б. Я. Влияние кобальта на размножение пчел. Сельское хозяйство Северного Кавказа 1958, 2, 77-79.
44. Буртов, Б. Я. Кобальт и продуктивность пчел. Пчеловодство, 1961, 10, 22.
45. Вахонина, Т. В. Перга как естественный биологически активный продукт: Вопросы технологии производства меда и воска. Рыбное: НИИ пчеловодства, 1985, 149–160.
46. Величко, В. О. Корекція антиоксидантного статусу сільськогосподарських тварин мікроелементами. Львів: СПОЛОМ, 2011, 76 с.
47. Верещака, О. А. Телеметрический контроль пчелиной семьи. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции «Интермед-2001». Рыбное: Изд-во НИИ пчеловодства, 2001, 50–51.
48. Влізло, В. В.; Башенко, М. І.; Іскра, Р. Я.; Жукорський, О. М.; Мезенцева, Л.М. Нанотехнології та їх застосування у тваринництві й ветеринарній медицині. Вісн. аграрної науки 2015, 11, 5-9.
49. Влізло, В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник. Львів: СПОЛОМ, 2012, 764 с.
50. Гельмут Хорн, Корд Люльманн. Все о меде: производство, получение, экологическая чистота и сбыт. М.: Астрель, 2007, 316.
51. Гиниятуллин, М. Г., Аглиуллин, М. Б. Способ предупреждения роения пчел. Пчеловодство, 2013, 6, 18.
52. Гиниятуллин, М. Г. Ишемгулов, А. М. Комплексное использование пчелиных семей. Уфа: АДИ, 2001, 120 с.

53. Голоскоков, В. Г. Влияние марганца и кобальта на жизнедеятельность пчел. Применение микроэлементов в с/х Восточной Сибири и Дальнего Востока. Улан-Уде, 1962, 34–35
54. Голоскоков, В. Г. Влияние микроэлементов на морфолого-физиологические показатели и продуктивность пчел. Ульяновск, 1981, 10-14.
55. Голоскоков, В. Г., Кочергин, Б. Влияние микроэлементов на биологические и хозяйственные показатели пчел. Микроэлементы в Сибири. Ин-форм.бюллетень, 1963, 2, 81 -86.
56. ГОСТ 30178-96. Межгосударственный стандарт «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсических продуктов» Минск, Изд-во стандартов, 2003, 11с.
57. ГОСТ Р 52097-2003. Продукты пчеловодства. Минерализация проб для определения токсичных элементов. Изд-во стандартов, 2003, 11 с.
58. Грибков, А. А. Подкормка пчел. Пчеловодство, 2013, 2, 36-37.
59. Григорян, Г. А. Влияние кобальта на пчел. Пчеловодство, 1969, 12, 19–22.
60. Гробов, О. Ф. Смирнов, А. М. Болезни и вредители медоносных пчел. М.:Агропромиздат, 1987. 239 с.
61. Губайдулин, Н. М. Стимулирующие подкормки, аэроионизация и продолжительность жизни пчел. Пчеловодство, 2008, 10, 12 - 13.
62. Гуменюк, Г. Б.; Кужда, І. І; Гуфрій, Д. Ф. Забруднення біосфери важкими металами та їх вплив на живі організми. Сільський господар, 2004, 9-10, 2-3.
63. Дегтерев, В. Г. Яйценоскость пчелиных маток и температурный режим в гнезде кассетных ульев, установленных в кочевом павильоне. Пчеловодство холодного и умеренного климата. Материалы IV Международной научно-практической конференции, Псков, 2016, 23-26.
64. Дейнека, С. Пилок як джерело білків та вітамінів. Український пасічник, 1997, 8, 30–31.

65. Динков, А. Аминокиселинен пролин като показател за зрялост на меда на българските пчели. Ветеринарна медицина, София. 2001, 3-4, 2-10.
66. Дочинець, В. Щоб зимівля була успішною. Український пасічник, 2005, 7, 12.
67. Дружб'як, А. Якість зимівлі бджолиних сімей. Український пасічник, 2008, 1, 25.
68. ДСТУ 4497-2005. Мед натуральний. Технічні умови.: К. Держспоживстандарт України, 2005. 36с. (Національний стандарт України).
69. Еськов, Е. К. Адаптація к зимовке. Пчеловодство, 2013, 8, 19.
70. Еськов, Е.К. Экология медоносной пчелы. Рязань: Русское слово, 1995, 392.
71. Еськов, Е. К. Этология медоносной пчелы. М.: Колос, 1992, 336.
72. Еськов, Е. К. Микроклимат пчелиного жилища. М.: Россельхозиздат, 1986, 190.
73. Еськов, Е. К., Еськов, М. Д. Влияние охлаждения на репродуктивную функцию маток. Пчеловодство, 2013, 2, 12–14.
74. Еськов, Е. К., Ярошевич, Г. С., Еськова, М. Д., Кострова, Г. А., Ракипова, Г. М. Аккумуляция тяжелых металлов в теле пчел. Пчеловодство, 2008, 2, 14–16.
75. Жданова, Т. С. Значение стимулирующих подкормок кобальтом для наращивания пчелиных семей. Отчет лаборатории пчеловодства Татарской с/х опытной станции, 1961, 19-23.
76. Жеребкин, М. В. Зимовка пчел. М.: Россельхозиздат, 1979, 15
77. Жеребкин, М. В. Параметры зимостойкости пчел. Пчеловодство, 2012, 10, 12–14.
78. Жеребкин, М. В., Шагун, Я. Л. О некоторых физиологических изменениях в организме медоносных пчел при подготовке их к зиме: учен. записки; Вестник. № 20 НИИ пчеловодства.- М.: 1971, 58 с.

79. Жулай, В. Є. Амінокислотний склад деяких сортів меду. Український пасічник, 1998, 4, 30–31.
80. Жулай, В. Є. Вміст загального протеїну в меді різних сортів. Науковий вісник національного аграрного університету, 1999, 19, 150–152.
81. Жулай, В. Є. Сортіві особливості амінокислотного складу меду. Матеріали XII міжнародного конгресу Федерації бджолярських організацій країн Центр. та Сх. Європи. Апіславія. К.: Фітосоціоцентр, 1999, 168–172.
82. Жумадина, Ш. М., Калашникова, М. В., Сидорова, К. А., Пашаян, С. А. Особенности морфофункциональной изменчивости пчел. Павлодар, Кереку, 2015, 150 с.
83. Захаренко, М. О., Шевченко, Л. В., Михальська, В. М., Малюга, Л. В., Скиба, О. В. Роль мікроелементів у життєдіяльності тварин. Ветеринарна медицина України. К., 2004, 2, 13–16.
84. Злонкевич, Я. Зимівля: аналіз та рекомендації. Український пасічник, 2004, 12, 20
85. Исмагилова, Э. Р.; Байматов, В. Н. Связь содержания микроэлементов в биогеоценотической цепи «почва-корм» и прогноз микроэлементного состава кормов в почве. Ветеринарные науки 2012, 2, 23-26.
86. Ібатулін, І. І. Годівля сільськогосподарських тварин; Нова книга: Вінниця, 2007; 616с.
87. Івченко, В. Від чого залежить активність збору пилку медоносними бджолами. Український пасічник, 2005, 10, 6.
88. Івченко, В. М. Розміщення білкового корму в гнізді медоносної бджоли. Бджільництво. К.: Аграрна наука, 2002, 24, 45–48.
89. Калашникова, М. В., Сидорова, К. А., Пашаян, С. А., Матвеева, А. А. Изучение химического состава организма пчел в условиях пригородных пасек. Фундаментальные исследования, 2013, 10-9, 1983 - 1986

90. Калимуллин, Ю. Н. Металлохелаты – стимуляторы иммунодинамических и репродуктивных функций сельскохозяйственных животных. Казанский вет. ин-т им. Н. Э. Баумана. Казань, 1984, 80 с.
91. Каплуненко, В. Г. Нанотехнологии в сельском хозяйстве. *Зерно*. 2008, 4(25), 46-54.
92. Касьянов, А. И. Улей как тепловая защита зимнего клуба пчел. *Новое в науке и практике пчеловодства*. Рыбное, 2003, 138 –145.
93. Кашковский, В. Г. Разработка оптимальной технологии содержания пчел и ее влияние на развитие пчеловодства Сибири: дис. доктора с.-х. наук. Новосибирск, 2006, 39 с.
94. Кейтс, М. Техника липидологии. М.: Мир, 1975, 240 с.
95. Кирюшин, В. Е. Зимостойкость пчелиных семей *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) и их гигиенические способности. Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Тезисы докладов 13-го съезда Русского энтомологического общества, Краснодар, 9–15 сентября 2007 г. 2007, 93–94.
96. Кіяшко, М. Про зимівлю бджолиних сімей і полеміку щодо цього. *Український пасічник*, 2006, 2, 6.
97. Климов, А. Н., Никульчева, Н. Г. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения. СПб: Ком, 1999. 512 с.
98. Кліценко, Г. Т., Кулик, М. Ф., Косенко, М. В. Мінеральне живлення тварин. К.: «Світ», 2001; 575 с.
99. Кнунянц, И. Л. Химическая энциклопедия в 5 томах. Научное издательство «Большая русская энциклопедия, М.: 1992, 3, 472- 486
100. Ковальська, Л. М., Кирилів, Я. І. Ліпідний склад квіткового обніжжя та маточного молочка медоносних бджіл. *Український пасічник*, 2006, 11, 4–7.
101. Ковальська, Л. М., Кирилів, Я. И., Ковальський Ю. В. Содержание общих липидов, фитостерина и жирных кислот пчелиной обножки. Актуальные

проблемы интенсивного развития животноводства. Сборник научных трудов Беларускай государственной сельскохозяйственной академии. Горки, 2009, 12, 592–598.

102. Ковальська, Л. М., Кирилів Я.І., Ковальський Ю.В. Динаміка жирнокислотного складу маточного молочка медоносних бджіл. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Львів, 2007, 9, №3, (34), 92–96.

103. Ковальський, Ю. В. Фізіолого–біохімічні та продуктивні показники карпатських бджіл за дії аліментарних чинників. Автореф. дис. канд. с. – г. наук:03.00.04. Інститут біології тварин УААН. Львів, 2005, 32 с.

104. Ковальський, Ю. В. Функціональні особливості організму і продуктивність медоносних бджіл за впливу екзогенних факторів: Автореф. дис. д-ра с.-г. н.: 03.00.13. Ю. В. Ковальський. Львів, 2015. 42 с.

105. Ковальський, Ю. В., Ковальська, Л. М., Миронович, Г. М. Особливості обміну ліпідів в організмі медоносних бджіл (*Apis mellifera*) за впливу гіпотермічного стресу. Бджільництво України, 2017, 2, С. 129-139.

106. Ковальський, Ю. В., Кирилів, Я. І. Вплив кормової добавки на якість зимівлі бджіл. Науковий вісник національного аграрного університету / НАУ.- К., 2004, 74, 185-190.

107. Ковальський, Ю. В. Кирилів, Я. І. Порівняльна характеристика мінерального складу бджолиного обніжжя. Науково – технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково–дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок, Львів, 2006, 7, (1, 2), 56–59.

108. Ковальський, Ю. В., Кирилів, Я. І. Технологія одержання продуктів бджільництва. Львів : ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького, 2014. 263 с.

109. Ковальчук, И. И. Содержание тяжелых металлов в тканях организма пчел при скармливании цитрата германия. Микроэлементы в медицине, 2014, 15 (3), 42-47

110. Ковальчук, І. І. Важкі метали та ліпіди тканин і продукції бджіл за умов традиційного й органічного бджільництва та способи корекції їхніх рівнів. автореферат дис.: д.вет.н., 03.00.13. Львівський національний університете ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Львів, 2015, 40с.

111. Ковальчук, І. І. Вміст Cd, Pb, і Ni в організмі медоносних бджіл за згодовування цитрату Хрому та Селену. Ветеринарна біотехнологія, 2013, 22, 219-223.

112. Ковальчук, І. І. Медоносні бджоли – біоіндикатори вмісту важких металів у біологічних об'єктах довкілля. Методичні рекомендації. Львів, 2013, 42с.

113. Ковальчук, І. І. Мінеральні елементи в організмі медоносних бджіл за згодовування цитрату селену. Ветеринарна біотехнологія, 2012, 21, 239–243.

114. Ковальчук, І. І. Мінеральні елементи тканин організму медоносних бджіл за умов екологічного та органічного виробництва. Науково-технічний бюлетень Житомирського національного агроекологічного університету, 2012, 1(32), 3(1), 151-155.

115. Ковальчук, І. І., Двилюк, І. І., Пащенко, А. Г. Вміст мінеральних елементів у меді та його біологічна цінність за умов згодовування бджолам цитратів Co, Ni, Ag, і Cu. Вісник аграрної науки, 2018, 38, 38-43.

116. Ковальчук, І. І., Ковальська, Л. М. Мед і методи його дослідження. Методичні рекомендації. Львів, 2014, 44с.

117. Ковальчук, І. І., Федорук, Р. С. Медоносні бджоли та мед – біоіндикатори забруднення навколишнього середовища важкими металами. Біологія тварин, 2008, 10, (1-2), 24-32.

118. Ковальчук, І. І., Федорук, Р. С., Саранчук, І. І. Физиологическое содержание тяжелых металлов в организме и продукции пчел с разных экологических условий среды. Научные труды III Съезда физиологов СНГ. М.: Медиц., Здоровье, 2011, 321.

119. Кодесь, Л. Г., Бычкова, Н. В. Миграция тяжелых металлов в продуктах пчеловодства. Пчеловодство, 2010, 3, 5-6.
120. Кодесь, Л. Г., Пулинец, Е. К. Слагаемые качества маток. Пчеловодство, 2004, 5, 14–15.
121. Кодесь, Л. Г., Шаров, М. А., Коптева, Е. Н. Выращивание пчелиного и трутневого расплода. Пчеловодство, 2012, 6, 18–19
122. Козин, Р. Б., Стройков, С. А. Питание пчел. Пчеловодство, 1991, 10, 32–33.
123. Козуб, М. А. Применение стимулирующих подкормок при получении маточного молочка. Пчеловодство, 2014, 6, 16-17.
124. Кокорев, Н., Чернов, Б. Пчелы. Корма и подкормки. М: ТИД, Континент - Пресс, 2005, 66–68.
125. Колесниченко, Л. М., Поліщук, В. П., Стащенко, В. І., Совкуцан, М. І. Білки і амінокислоти в бджолиному обніжжі деяких рослин. Бджільництво. К.: Урожай, 1982, 15, 35–40.
126. Колпакова, В. В., Мартынова, И. В, Невский, А. А., Чумикина, Л. В. Функциональные свойства растительных белковых композитов и физико–химические характеристики их белков и липидов. Известия вузов. Пищевая технология, 2006, 4, 36–38.
127. Комисар, А. Д. Матководство: от маточника к плодной матке. Київ, 2013, 198 с.
128. Комисар, О. Д. Водный обмен пчел зимой. Пчеловодство, 1981, 10, 11.
129. Комлацкий, В. И., Плотников, С. А. Химический состав меда от пчел разных пород. Пчеловодство, 2006, 2, 54-56.
130. Кононский, О. І. Біохімія тварин; Вища школа: К, 2006, 454с.
131. Косінов, М. В., Каплуненко, В. Г. Патент на корисну модель №38391. МПК (2006). Спосіб отримання карбоксилатів металів «Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів». Патентовласники Косінов

М. В., Каплуненко В. Г. № u2008 10939. Заявл. 08.09.2008; Оpubл. 12.01.2009. Бюл. № 1.

132. Косінов, М. В., Каплуненко, В. Г. 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. Оpubл. 25.01.2008. Бюл. №2/2008.

133. Кочетов, А. С. К проблеме оптимальной зимовке пчелиных семей. Пчеловодство, 2012, 8, 14–16.

134. Крахотин, Н. Ф. Ценность белкового корма. Пчеловодство, 1993, 3, 17.

135. Кривцов, Н. И., Кирьянов, Ю. Н., Лебедев В. И. и др. Технология содержания пчелиных семей в течение года. Самара, 2000, 80 с.

136. Кривцов, Н. И., Лебедев В. И., Туников Г. М. Пчеловодство М.: Колос, 2000, 399 с.

137. Кузьмина, Е. В. Белковые подкормки для пчел. Насекомые в естественных и антропогенных биоценозах Урала: Тез. докл. IV Сoвещания энтомологов Урала. Екатеринбург, 1992, 78–79.

138. Кузьмина, Э. В. Вода в жизни пчел. Пчеловодство, 2013, 4, 12–13.

139. Кучер, Н. С. Павлюк, Р. Ю, Прохода, И.А. Билары – продукты личиночного происхождения. «Золотой улей»: Сб. науч. – теор. 9–й всерос. конференции по апитерапии. Саратов, 2001, 64 - 65.

140. Лаврехин, Ф. А. Панкова, С. В. Биология медоносной пчелы. М. : Колос, 1983, 303 с.

141. Лебедев, В. И. Закономерности роста и развития семе пчел втечении года. Сборник науч. иссл. работ по пчеловодству. Рыбное, 1995, 30-52.

142. Лебедев, В. И., Билаш, Н. Г. Биология медоносной пчелы. М.: Агропромиздат, 1991, 239с.

143. Лебедев, В. И., Билаш, Н. Г. Питательная ценность кормов и подкормка пчелиных семей. Пчеловодство, 1995, 1, 16–19.
144. Лебедев, В. Н., Билаш, Н. Г. Оптимизация кормления пчелиных семей в течение года. М.: Центр научно–технической информации, пропаганды и рекламы, 1994, 3–37.
145. Лебедев, В. П., Иренкова, Н. В., Лебедев, В. И. Поведение пчел при сборе и использовании корма. Пчеловодство, 2001, 7, 22–24.
146. Левченко, И. А., Бондарь, Л. К. Белковые подкормки пчелам. Пчеловодство, 1983, 12, 9.
147. Левченко, І. А. Про тривалість життя робочих особин медоносної бджоли Український пасічник, 2002, 5, 4.
148. Левченко, І. А. Стосунки між матками і робочими бджолами. Український пасічник, 1999, 3, 10–11.
149. Локутова, О. А. Основні ресурси квіткового пилку (бджолиного обніжжя) у Лісостепу. Вісник аграрної науки, 2003, 10, 71–74.
150. Локутова, О. А. Оцінка бджолиного обніжжя за видовим складом, вмістом поживних речовин та морфологічними ознаками пилкових зерен. Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.02.04. К., 2006, 19 с.
151. Лосєв, О. М., Поліщук, В., Шевченко, І. Хелатні сполуки у живленні бджіл. Тваринництво України, 2007, 10, 34–38.
152. Лосєв, О. М., Шевченко, Л. В. Фізіологічні аспекти використання хелатних сполук у живленні бджіл. Матеріали XVII Міжнародного конгресу Федерації бджолярських організацій країн Центральної і Східної Європи - Апіславія, (17 – 20 квітня 2008р.). Київ, 2009, 92–96.
153. Макаров, Ю. И., Овчинников, А. В., Жук, Е. Г. Пчелы и их продукты в экологическом мониторинге. Пчеловодство, 1995, 1, 14–15.
154. Максименко, Н. В. Эффективность использования семей-доноров при воспроизводстве карпатских пчел. Автореф. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук. М., 2013, 22 с.

155. Малаю, А. Интенсификация производства меда. М.: Колос, 1979, 174 с.
156. Малков, В. В. Племенная работа на пасеке. М.: Россельхозиздат, 1985, 176 с.
157. Маннапов, А. Г., Антимирова, О. А. Фитогормоны в пчеловодстве. М.: Проспект, 2016, 151 с.
158. Маслова, Е. Е. Особенности развития и продуктивной деятельности пчел карпатской породы при использовании новых стимулирующих подкормок : дис. кан. с.-х. наук : Волгоград, 2008, 136 с.
159. Мельниченко, А. Н., Козин, Р. Б., Макаров, Ю. И. Биологические основы интенсивного пчеловодства. М., Колос, 1995, 204 с.
160. Методические указания 4.1.1482-03 «Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой». М.: Минздрав России, 2003, 16 с.
161. Миронов, Г. В. Незамінні речовини квіткового пилку і його біологічні властивості. Український пасічник, 1997, 2, 44–47.
162. Мишин, И. Н. Моделирование яйценоскости пчелиной матки и его использование в технологиях содержания пчелиных семей. Достижения науки и техники АПК, 2014, 28 (11), 62-66.
163. Мишин, И. Н. Теоретические, технологические и экологические аспекты разведения, содержания пчелиных семей и производства продуктов пчеловодства : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора с.-х. наук: спец 06.02.04 “Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства”. Москва, 2006, 42 с.
164. Мишуковская, Г. С., Маннапов, А. Г., Циколенко, С. П., Мамаев, В. П. Подкормки пчел. Пчеловодство, 2004, 7, 16–18.

165. Міщенко, О., Омельченко, О. Що впливає на збір бджолами квіткового пилку. Пасіка, 2011, 12(224), 22–24.
166. Моргулис, И. И., Хлебопрос, Р. Г. Биологическая роль кобальта. Красноярский научный центр СО РАН Сибирский федеральный университет (Россия, Красноярск). Электронный ресурс: <http://modernproblems.org.ru/ecology/25-hlebopos10.html>.
167. Морева, Л. Я. Влияние стимулирующих подкормок на весеннее развитие пчелиных семей в Краснодарском крае. Пчеловодство, 2013, 8, 10–11.
168. Мурзабаев, Н. Р., Минеев, И. В., Мишуковская, Г. С. Влияние стимулирующих препаратов на процессы весеннего развития пчелиных семей. Научное обеспечение устойчивого развития АПК: Материалы всероссийской научно-практ. конф. Уфа: Башкирский ГАУ, 2011, 153-155.
169. Мусялківська, А. О., Притула, Ф. І., Паришкура, В. І Мінеральний склад ріпакового меду. Пасіка, 2010, 12, 14-15.
170. Нестерводський, В. А. Організація пасік і догляд за бджолами. К.: Урожай, 1966, 396 с.
171. Новинюк, Л. В. Цитраты – безопасные нутриенты. Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки, 2009, 3, 70-71.
172. Ноздрюхина, Л. Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека, М.: Наука, 1977, 184 с.
173. Оберлис, Д., Харланд, Б., Скальный, А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб: Наука, 2008, 542 с.
174. Овдієнко, Ю. Ф. Вплив додаткового обігріву на життя бджолиних сімей. Бджолиний круг, 2011, 14 (1), 27.
175. Омаргалиева, Н. К. Изучение аминокислотного состава разных сортов меда из Восточно-Казахстанской области. Молодой ученый, 2017, 6.1, 39-42.
176. Осташевський, М. Підготовка бджолиних сімей до зимівлі. Український пасічник, 2008, 8, 14.

177. Павленко, Ю. Зимівля бджолиних сімей. Український пасічник, 2004, 12, 8.
178. Панков, Д. М. Комплексный подход к содержанию пчел. Пчеловодство, 2013, 6, 12–13.
179. Папченко, О. В. Репродуктивна діяльність бджолиних маток за різних медоносних умов. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України, 2016, 3(60), 10 с.
180. Паращинець, В. Властивості зимового клубу бджіл. 1998, 9, 8.
181. Патон, Б., Москаленко, В., Чекман, І., Мовчан, Б. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти. Вісник національної академії наук України, 2009, 6, 18–26.
182. Пащенко, А. Г. Уміст загальних ліпідів і жирних кислот у тканинах медоносних бджіл у період весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні. Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин, 2016, 2, 48-54.
183. Пащенко, А. Г., Каплуненко, В. Г., Ковальчук, І. І., Романів, Л. І. Вплив цитратів Со і Ні на ліпідний склад тканин організму бджіл та стільників за умови їхнього ведення до підгодівлі у літньо-осінній період. НТБ ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин, 2017, 18(2), 38-42
184. Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І. Синергическое и антагонистическое действие цитратов кобальта и никеля на содержание микроэлементов в тканях организма пчел. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию РУП «Институт экспериментальной ветеринарии имени С.Н. Вышелесского», 2017, 324-329
185. Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І. Мінеральний склад тканин медоносних бджіл та їх продукції за умови згодовування цукрового сиропу з цитратами Со і Ні у весняний період. Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії, 2017, 34 (2), 88-93.

186. Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І., Кикіш, І. Б., Романів, Л. І. Вміст мінеральних елементів у тканинах і продукції бджіл у період весняної підгодівлі цукровим сиропом і цитратом Со. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин», 23-25 червня, 2016р. м. Одеса, 2016, 40

187. Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І., Романів, Л. І. Вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їх класів у тканинах організму та продукції медоносних бджіл за умов підгодівлі цитратами кобальту та нікелю. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету, 2017, 2(63), 3, 143-148.

188. Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І., Романів, Л. І. Вміст ліпідів у тканинах та продукції бджіл за умов підгодівлі у весняний період цитратами Со та Ні. Біологія тварин, 2016, 18, (4), 174.

189. Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І., Романів, Л. І. Вплив згодовування борошна сої та цитратів Со і Ні на ліпідний склад тканин організму медоносних бджіл. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин», присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України 3–5 травня 2018 року, м. Чернігів, 2018, 69-70

190. Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І., Романів, Л. І. Мінеральний склад продукції бджільництва за умов згодовування борошна сої та цитратів кобальту і нікелю медоносним бджола. Біологія тварин, 2018, 20, 3, 150.

191. Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І., Романів, Л. І. Уміст ліпідів у тканинах організму медоносних бджіл за згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів Со та Ні в умовах термостату. Біологія тварин. 2017, 19 (4), 140.

192. Пащенко А. Г., Ковальчук І. І., Федорук Р. С. Мінеральний склад тканин організму і стільників медоносних бджіл за умов підгодівлі соєвим борошном і цитратами кобальту і нікелю. Науковий вісник Львівського

національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького Львів, 2019; 20(19): 60-64.

193. Пащенко, А. Г., Романів, Л. І., Федорук, Р. С., Ковальчук, І. І. 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, 4 (72), 51-55.

194. Пащенко, А. Г., Федорук, Р. С., Ковальчук, І. І. Мінеральні елементи тканин організму та продукції бджіл за умов літньо-осінньої підгодівлі цитратами Со і Ні. Збірник матеріалів III Міжнародного форуму «Медова осінь на Львівщині. Прикордонні зустрічі.», 17-23 вересня 2018 р., м. Львів, 2018, 28.

195. Пащенко, А. Г., Федорук, Р. С., Ковальчук, І. І., Ковальська, Л. М. Мінеральні елементи тканин і стільників медоносних бджіл у період весняної підгодівлі борошном з бобів сої та цитратами Со і Ні. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин», 23-25 червня, 2016р. м.Одеса, 2016, 39.

196. Поліщук, В. П. Бджільництво. Львів, Український пасічник, 2001, 294 с.

197. Поліщук, В. П., Гайдар, В. А., Корбут, О. В. Пасіка. К.: ТОВ ВПК «ОБНОВА», 2012, 96–110.

198. Поліщук, В. П. Локутова, О. А. Біологічні особливості живлення бджіл і збирання квіткового пилку в умовах поліфлорного взятку. Біологія тварин, 2002, 4 (1–2), 236–242.

199. Поліщук, В. П., Шамро, М. О. Норми згодовування цукру при утворенні запасів корму для зимівлі бджолиних сімей. Науковий вісник Національного аграрного університету, 2004, 79, 173–177.

200. Постоєнко, В. О. Біоіндикатор довкілля – мед. Тваринництво України, 2007, 9, 5-9.

201. Приймак, Г. М. Умови доброго розвитку бджіл на весні. Пасіка, 2007, 2, 5-8.
202. Прокопович, О. А., Калачева, А. Г., Торшин, И. Ю., Громова, О. А., Адамян, Л. В., Грачева, О. Н. Перспективы использования растворимых органических форм магния. Медицинский совет, 2015, 11, 90-97.
203. Пшеничная, Е. А., Сеницын, В. М. Влияние БАД на содержание некоторых химических элементов в теле пчел и меде. Пчеловодство, 2011, 5, 15–18.
204. Пшеславський, А. Не только количество, но и качество пчел определяет успех в пчеловодстве. Пасічник, 2009, 7 (64), 19–21.
205. Радаев, А. А., Гелашвили, Д. Б. Оценка стабильности развития пчелиной семьи. Пчеловодство, 2000, 4, 20–21.
206. Разанов, С. Ф. Виробництво меду і воску у багатокорпусних вуликах. Тваринництво України, 2008, 12, 43–44.
207. Разанов, С. Ф. Вміст радіонуклідів і важких металів у продукції бджільництва. Агроєкологічний журнал, 2009, 1, 9-11.
208. Разанов, С. Ф. Забруднення важкими металами відходів бджільництва. Агроєкологічний журнал, 2009, 272–274.
209. Разанов, С. Ф. Якість воскової сировини та воску в умовах забруднення довкілля важкими металами. Тваринництво України, 2007, 5, 39-41.
210. Разанов, С. Ф., Безпалый, І. Ф., Бала, В. І., Донченко, Т. А. Технологія виробництва продукції бджільництва. К.: Аграрна освіта, 2010, 277 с.
211. Репка, В. Забезпечення умов для доброго весняного розвитку бджолиних сімей. Український пасічник, 2010, 3, 11–15.
212. Репникова, Л. В., Кирьянов, Ю. Н. Качество восковой продукции и содержание в ней радиоактивных веществ. Сборник «Проблемы экологии и

развития пчеловодства в России». Мат. науч.-практ. конф. 25-27 августа 1999 г. Рыбное: НИИП, 25-26.

213. Рівіс, Й. Ф., Данилюк, Б. Б., Процик, Я. М. Вміст окремих жирних кислот, фосфоліпідів, тригліцеридів і ефірів холестерину в рослинах, тканинах і біологічних рідинах організму сільськогосподарських тварин і птиці. Вісник аграрної науки, 1994, 8, 91–93.

214. Рівіс, Й. Ф., Федорук, Р. С. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі. Львів: Сполом, 2010, 109 с.

215. Романів, Л. І. Ліпіди та мікроелементи тканин і продукції бджіл та їхня продуктивність у період підгодівлі борошном сої і сполуками хрому: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.04. Львів, 2016, 12–17.

216. Романів, Л. І., Ковальчук, І. І., Пащенко, А. Г., Федорук, Р. С. Уміст ліпідів у тканинах організму медоносних бджіл за згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів кобальту та нікелю, Біологія тварин, 2018, 20 (3), 84–92.

217. Романів, Л. І., Пащенко, А. Г., Ковальчук, І. І. Вміст ліпідів у тканинах організму бджіл і стільниках за умов згодовування цукрового сиропу і цитратів Со та Ні Біологія тварин, 2016, 18 (4), 180

218. Романів, Л. І., Федорук, Р. С., Каплуненко, В. Г. Репродуктивна здатність бджолиних маток за підгодівлі борошном сої з додаванням хрому. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2013, 4 (76), 2 (2), 136–144.

219. Русакова, Т. М., Бурмистрова, Л. А., Репникова, Л. В. Токсичные элементы в продуктах пчеловодства. Материалы межд. конф. «Пчеловодство - XXI век». М., 2008, 302-306.

220. Рутнер, Ф. Матководство. Биологические основы и рекомендации. Бухарест: Апимондия, 1981, 352 с.

221. Садовникова, Е. Ф. Захарченко, И. П., Чупахина, О. К., Виличинская, С. С. Применение белково-минеральных добавок в кормлении пчел. Ученые

записки учреждения образования "Витебская государственная академия ветеринарной медицины". Витебск: УО ВГАВМ, 2012, 48 (2), 2, 143–145.

222. Саранчук, I. I., Рівіс, Й. Ф. Склад свіжопобудованих бджолиних стільників – показник екологічної чистоти довкілля. Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. 2010, 11 (2-3), 300–309.

223. Сафиуллин, Р. Р. Совершенствование технологии содержания и использования пчелиных семей в условиях Татарстана. Автореф. дис. на соискание степ. канд. с.-х. наук, Рыбное, 2005, 28 с.

224. Северин, С. Е. Биохимия липидов и их роль в обмене веществ. М.: Наука, 1981, 167 с.

225. Сердюк, А. М., Гуліч, М. П., Каплуненко, В. Г., Косінов М. В. Нанотехнології мікронутрієнтів. Проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів. Журнал академії медичних наук, 2010, 16 (1), 107-114.

226. Седой, I. М. Технології утримання бджіл та підготовка пасіки до зими. Пасіка, 2012, 10(234), 14-16

227. Сидоренко, Г. И., Ицкова, А. И. Никель. М.: Медицина, 1980, 172 с.

228. Сидорова, К. А., Пашаян, С. А., Калашникова, М. В., Череменина, Н. А. Биология и патология медоносных пчел. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2013, 11-1, 75-76.

229. Симонов, А. Н., Постников, Е. И. Биология и патология пчел. М.: Колос; 2007, 104 с.

230. Скальная, М. Г., Дубовой, Р. М., Скальный, А. В. Химические элементы — микронутриенты как резерв восстановления здоровья жителей России. Оренбург, 2004, .239 с.

231. Скальный, А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: ОНИКС 21 век; Мир, 2004, 216 с.
232. Скальный, А. В., Рудаков, И. А. Биоэлементы в медицине. Москва: Мир, 2004, 272с.
233. Снегур, П. П. Сезонная изменчивость корреляций у пчелы медоносной. Пчеловодство, 2008, 9, 16–18.
234. Стащенко, В. І. Флороміграція бджіл та хімічний склад бджолиного обніжжя в умовах Лісостепу України. Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.02.04. Національний аграрний університет. К., 2005, 20 с.
235. Стефаник, М. Б. Скороход, В. И., Елисеева, О. Г. Тонкослойная и газожидкостная хроматография липидов. Методические указания. Львов, 1985, 27 с.
236. Стойка, Р. С., Багатофункціональні наноматеріали для біології і медицини: молекулярний дизайн, синтез і застосування. Ред., «Наукова думка НААН України»: Київ, 2017, 363с.
237. Строгов, В. В., Родионова, Т. Н. Физиологическое состояние пчел при подкормке селеном. Пчеловодство, 2009, 9, 10-11.
238. Строчкова, Л. С., Юрова, А. В., Жаворонков, А. А. Влияние никеля на организм животных и человека. Успехи современной биологии, 1987, 103, 1, 142-155.
239. Таранов, Г. Ф. Анатомия и физиология пчелы. Размножение пчел. Рыбное: Институт усовершенствования зоотехников-пчеловодов, 1964, 57 с.
240. Таранов, Г. Ф. Биология пчелиной семьи. М.: Гос.изд-во сельхоз. лит-ры, 1961, 335 с.
241. Таранов, Г. Ф. Корма и кормление пчел. М.: Россельхозиздат, 1986, 160 с.;
242. Таранов, Г. Ф. Шагун, Л. А. Углеводные, белковые и минеральные подкормки пчел. Рыбное, 1986, 10.

243. Терещенко, В. П.; Картель, Н. Т. Медико-биологические эффекты наночастиц: реалии и прогнозы. Наукова думка: К, 2010, 240с.
244. Терпинский, А., Дунец, Е. Подготовка пчел к зимовке. Тваринництво України. 2010, 8, 33- 35
245. Тищенко, В. П. Физиология насекомых. М.: Высшая школа, 1986, 303 с.
246. Трифонов, А. Д. Почему в центре клуба температура выше, чем на его поверхности. Пчеловодство, 1998, 1, 32–33.
247. Турко, Я. І. Вплив нанокобальту на антиокислювальної системи організму щурів за гострого токсикологічного експерименту. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. З. С, Гжицького. 2015, 17, 1 (61), 194-200.
248. Улановский, В. А. Зимовка и сроки выращивания пчел. Пчеловодство, 1987, 8, 6
249. Ульянич, М. Наукові новинки у світовому бджільництві. Український пасічник, 2010, 3, 39–40.
250. Ушкалов, В. О., Турко, Я. І. Стан антиокислювальної системи організму щурів за дії нанокобальту в хронічному токсикологічному експерименті. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2016, 18 (1, 65), 238-243.
251. Федорук, Р. С., Ковальчук, І. І. Патент на корисну модель № 94669. Україна. А 01К59/00 Спосіб підгодівлі бджіл. Заявник і власник Інститут біології тварин НААН № u201406087; заявл. 3.06.2014; опубл. 25.11.2014; Бюл. №22.
252. Федорук, Р. С., Ковальчук, І. І., Гавраняк, А. Р. Фактори формування імунітету медоносних бджіл. Біологія тварин, 2009, 11 (1-2), 83-90.

253. Федорук, Р. С. Ковальчук, И. И., Каплуненко, В. Г. Содержание тяжелых металлов в тканях пчел при действии наноцитратов хрома, селена, германия. Материалы международной научно-практической конференции «Микроэлементы в медицине, ветеринарии, питании: перспективы сотрудничества и развития», Одесса, 2014, 277-279.

254. Федорук, Р. С., Ковальчук, И. И., Ковальська, Л. М., Гавраняк, А. Р. 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.

255. Федорук, Р. С., Ковальчук, И. И., Романів, Л. І., Пащенко, А. Г., Двилюк, І. І., Кикіш, І. Б. Підгодівля бджіл і методи оцінки її ефективності. Методичні рекомендації. Львів, 2016, 31с.

256. Федорук, Р. С. Ковальчук, И. И., Романів, Л. І., Храбко, М. І. Вплив цитратів германію та селену на вміст ліпідів і важких металів в організмі медоносних бджіл. Біологія тварин, 2014, 16 (2), 141-149.

257. Федорук, Р. С., Пащенко, А. Г., Ковальчук, И. И., Романів, Л. И. Интенсивность откладывания яиц пчелиными матками в весенний период при скармливании их семьям цитратов Со и Ni с сахарным сиропом. Collection of works of scientific symposium with international participation „Zootechnical science – an important factor for the european type of the agriculture”. Maximovca, 2016, 774-779.

258. Федорук, Р. С., Пащенко, А. Г., Романів, Л. І., Ковальська, Л. М. Ліпіди тканин бджіл і біологічна цінність меду за внесення до цукрового сиропу борошна сої і цитратів Со та Ni у весняний період. Наук. техн. бюл. Інституту біології тварин НААН та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок, 2015, 16 (2), 55 – 61.

259. Федорук, Р. С. Романів, Л. І. Уміст загальних ліпідів у тканинах медоносних бджіл за згодовування борошна з бобів нативної та генетично модифікованої сої. Вісник аграрної науки, 2014, 1 (731), 30–32.

260. Федорук, Р. С., Романів, Л. І. Важкі метали у тканинах медоносних бджіл при підгодівлі борошном нативної та трансгенної сої. Тваринництво України, 2014, 8-9, 52–57.

261. Федорук, Р. С., Романів, Л. І. Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у тканинах медоносних бджіл за згодовування борошна нативної сої з додаванням хлориду та цитрату хрому. Біологія тварин, 2014, 16 (1), 160–168.

262. Федорук, Р. С., Романів, Л. І. Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у тканинах медоносних бджіл за згодовування борошна нативної сої з додаванням хлориду та цитрату хрому. Біологія тварин, 2014, 16 (1), 160–168.

263. Федорук, Р. С., Романів, Л. І. Вміст ліпідів і важких металів у продукції медоносних бджіл за умов підгодівлі борошном з бобів сої нативної та трансгенної. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, 2014, 16, 2 (59), 3, 211–219.

264. Федорук, Р. С., Романів, Л. І. Репродуктивна здатність бджолиних маток за умов підгодівлі бджіл борошном з бобів сої нативного та трансгенного сортів. Біологія тварин, 2013, 15 (3), 140–149.

265. Федорук, Р. С., Романів, Л. І., Пащенко, А. Г. Уміст загальних ліпідів і співвідношення їхніх класів у тканинах бджіл у період згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів Со та Ні. Біологія тварин, 2015, 17 (3), 213.

266. Харитонов, Н. Н. Зимостойкость пчелиных семей как селекционный признак. Пчеловодство, 2013, 1, 22–25.

267. Харитонova, М. Н., Бурмистрова, Л. А. Минеральный состав перги и маточного молочка. Современные направления научно-технического прогресса в пчеловодстве. Рыбное, 2007, 293-297.

268. Харитоновна, М. Н., Журавлева, О. Г., Воробьева, Н. В. Содержание токсичных элементов в образцах перги. Материалы Междн. конф. «Пчеловодство - XXI век». М., 2010, 235-237.
269. Хорн, Х., Люльман, К. Все о меде. М : АСТ: Астрель, 2007, 316 с.
270. Чепурной, И. П. Экспертиза качества меда. М.: Маркетинг. 2002, 112 с.
271. Черкасова, А. І. Шамро, М. О., Ємець, К. І. Технологія утримання бджолиних сімей в осінньо–зимовий період. Аграрна наука– виробництву, 1998, 3, 18.
272. Чеусова, З. В., Холодна, Л. С., Боднарчук, Л. І. Білкова підкормка для бджіл. Бджільництво. К.: Аграрна наука, 1996, 7–14
273. Шабаршов, И. Подготовка пчел к зиме. Пчеловодство, 1987, 7, 9
274. Шамро, М. О. Вивчення природного розвитку бджолиних сімей та його взаємозв'язку з осінньо–зимовим періодом їх утримання. Бджільництво, 2002, 24, 28 – 32.
275. Шамро, М. О. Визначення місця розміщення бджолиного клубу. Український пасічник, 2002, 8, 7–9.
276. Шамро, М. О. Вплив строків осінньої підгодівлі бджолиних сімей на якість їх зимівлі. Бджільництво, 1996, 22, 65– 68.
277. Шамро, М. О. Контроль зимівлі бджолиних сімей. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2004, 1, 31 – 33.
278. Шамро, М. О., Ємець, К. І. Технологія підготовки і утримання бджолиних сімей в осінньо–зимовий період. Пасіка, 1997, 9, 2–3.
279. Шамро, Л. П., Шамро, Т. М. Біологічні особливості робочих бджіл за умов зимівлі бджолиних сімей на різних кормах. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2013, 2, 70-72.
280. Шевхужев, А. Ф., Нагаев, А. М. Влияние корригирующих подкормок на хозяйственно полезные признаки пчелиных семей. Зоотехния, 2008, 12, 16-17.

281. Шовен, Р. Физиология насекомых. М.: Мир, 1953, 494 с.
282. Шустов, В. Я. Мікроелементи в гематології . М.: Медицина, 1967, 162 с.
283. Юрова, А. В. Структурно-функциональная оценка влияния никеля на организм животных и культуру клеток: автореф. дисс. канд. мед. наук. М., 1989, 19 с.
284. Якименко, Н. О. Бджоли: Практичні поради кращих пасічників. Донецьк: ТОВ ВКФ “БАО”, 2004, 128 с.
285. Яковлев, А. С. Влияние стимулирующих подкормок на биологические и хозяйственно-полезные признаки медоносных пчел. Автореф. канд. с.–х. наук : Рязань, 1968, 22 с.
286. Яковлев, А. С. Использование кобальта как стимулятора при выращивании расплода. Доклады советских ученых и специалистов на XXII Международном конгрессе по пчеловодству, 1969, 159–163.
287. Яковлев, А. С., Шагун, Л. А. Корм и зимовка. Пчеловодство, 1987, 8, 5.
288. Якубчак, О. М. Хоменко, В. І. Ветеринарно-санітарна еспертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва: підручник; К.: ТОВ Біопром, 2005, 800 с..
289. Ярошевич, Г. С. Влияние биологически активных веществ на плодovitость маток и продуктивность пчелиных семей в разных условиях медосбора. Новое в науке и практике пчеловодства. Материалы координационного совещания и 9–й научно–практической конференции «Интермед», Рыбное, 2015, 176 – 179.
290. Ярошевич, Г. С. Использование биологически активных веществ в пчеловодстве. Сборник международной научно-практической конференции, Брянск, 2008, 164-167.

291. Aboud, F., De Pasquale, C., Sinacori, A., Massi, S., Conte, P., Alonzo, G. Palynological, physico-chemical and aroma characterization of Sicilian honeys. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*. 2011, 3 (4), 164 - 173.
292. Abou-Saara, H. F. Effects of Various Sugar Feeding Choices on Survival and Tolerance of Honey Bee Workers to Low Temperatures. *Entomology* Apr 21, 2017, 1, 7 Doi: 10.4081/jear.2017.6200
293. Abou-Shaara, H. F. The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. *Veterinari Medicina*, 2014, 59 (1), 1–10. Doi: 10.17221/7240-VETMED
294. Acevedo, F., Vesterberg, O. Nickel and cobalt activate complement factor C3 faster than magnesium. *Toxicology*, 2003, 185(1-2), 9-16.
295. Aghamirlou, Hasan Mohammadi, Khadem, Monireh, Abdolrasoul Rahmani, Marzieh Sadeghian, Amir Hossein Mahvi, corresponding author Arash Akbarzadeh, and Shahrokh Nazmara Heavy metals determination in honey samples using inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. *J Environ Health Sci Eng*, 2015, 13, 39. doi: 10.1186/s40201-015-0189-8.
296. Akyol, E., Yeninar, H., Sahinler, N. and Guler, A., The effects of additives Feeding and Feed Additives Before Wintering on Honey Bee Colony Performance, Wintering abilities and Survival Rates at the East Mediterranean Region, *Pak. J. Biol. Sci.*, 2006, 9 (4), 589-592.
297. Alaux, C, Ducloz, F, Crauser, D, Le Conte, Y. Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology Letters*. 2010, 6, 562–565. DOI: 10.1098/rsbl.2009.0986.
298. Alquarni, A. Influence of some protein diets on the longevity and some physiological conditions of honeybee *Apis mellifera* L. Workers. *J Biol Sci*. 2006, 6, 10.
299. Ambrose, A. M. Larson, P. S., Borzelleca, J. R., Hennigar, G. R. Long-term toxicologic assessment of nickel in rats and dogs. *J. Food Sci. Technol.*, 1996, 13, 181–187.

300. Amdam, G. V., Omholt, S. W. The hive bee to forager transition in honeybee colonies: the double repressor hypothesis. *J. Theor Biol.*, 2003, 8 (21); 223(4), 451-64.
301. Amyl, Toth, Genee, Robinson. Worker nutrition and division of labour in honeybees.. *Animal Behaviour*. 2005, 69(2), 427-435 Doi: 10.1016/j.anbehav.2004.03.017
302. Anderson, S. P. T. Nickel and cobalt: Their physiological action on the animal organism. *J. Anat. Physiol*, 1983, 17, 89 – 123.
303. Anke, M., Grun, M., Dittrich, G., Groppe, B, Hennig, A. Low nickel rations for growth and reproduction in pigs. *Trace Element Metabolism in Man and Animals. 2: University Park Press, Baltimore, 1974, 715—718.*
304. Ashenafi, Emiru Teka. Levels of some selected trace and essential elements in honey from selected woredas of sidama zone, southern region, Ethiopia. *J Agric Sci Bot*, 2018, 2 (1.), 12-18.
305. Belouali, H., Bouaka, M., Hakkou, A. Determination of some major and minor elements in the east of Morocco honey through Inductively Coupled Plasma Optical Emission spectrometry. *Apiacta*. 2008, 43, 17-24.
306. Bibi, S, Husain, S. Z, Malik, R. N. Pollen analysis and heavy metals detection in honey samples from seven selected countries. *Pak J Bot*, 2008; 40(2), 507-16.
307. Biesmeijer, J.C., Klaus Hartfelder, K., Imperatriz-Fonseca, V.L. Stingless bees: biology and management. *Apidologie*, 2006, 121-123.
308. Bobiș, O., Mărghitaș, L. A., Moise, A., Tofalvi, M., Dezmirean, D., Biologically active compounds from different herbs used as additive in honeybee feeding, *USAMV Cluj Bull.*, 2009, 66(1-2), 231-236.
309. Bogdanov, S. Contaminants of bee products. *Apidologie* , 2006, 37, 1–18.

310. Bogdanov, S., Haldimann, M., Luginbühl, W. Minerals in honey: Environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research*, 2007, 46(4), 269-275.
311. Bogdanov, S. Quality and Standards of Pollen and Beeswax. *Apiacta*, 2003, 38 (4), 334-341.
312. Bogdanov, S., Ruoff, K., Persano Oddo L. Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys. *Apidologie*, 2004, 35, 4-17.
313. Bonoan, R. E., O'Connor, L. D., Starks, P. T., Seasonality of honey bee (*Apis mellifera*) micronutrient supplementation and environmental limitation, *Journal of Insect Physiology*, 2018, 23-28
314. Brake, D. G., Evenson, D. P. A generational study of glyphosatetolerant soybeans on mouse fetal, postnatal, pubertal and adult testicular development. *Food and Chemical Toxicology*, 2004, 42, 29-36.
315. Brodschneider, R., Crailsheim, K. Nutrition and health in honey bees, *Apidologie*, Springer Verlag, 2010, 41 (3), 278–294.
316. Burden, Christina Marie. Sublethal Effects of Heavy Metal and Metalloid Exposure in Honey Bees: Behavioral Modifications and Potential Mechanisms. A Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy. ARIZONA STATE UNIVERSITY, 2016, 12, 167.
317. Cain, B. W., Pafford, E. A. Effects of dietary nickel on survival and growth of mallard duck-lings. *Environ. Contam. Toxicol.*, 1981, 10, 737–745.
318. Cal, Orey. *The Healing Powers of Honey*. Kensington Publishing Corp.: New York, 2011, 320 p.
319. Calderone, Nicholas W.. Insect Pollinated Crops, Insect Pollinators and US Agriculture: Trend Analysis of Aggregate Data for the Period 1992–2009. *PLoS One* 7:e37235. doi: 10.1371/journal.pone.0037235
320. Camiña, J. M, Boeris, M. S, Martinez, L. D, et al. Minor, trace elements and chemical composition of honey. *Chem Anal (Warsaw)*. 2004, 49, 717-21.

321. Carlson, H. E. Inhibition of prolactin and growth hormone secretion by nickel. *Life science*, 1984, 35 (17), 1747 – 1754.

322. Cebotari, V., Toderaş, I., Buzu, I., Rudic, V., The role of „Apispir+Zn” biostimulator in increasing of productivity of *Apis mellifera* bee colonies. *Scientific Papers. Series Animal Science*, 2013, 59, 103-107.

323. Cebotari, V., Buzu, I., Gliga, O., Postolachi, O. New nutritional supplements for bees during deficient harvesting period. *Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Ştiinţifice - Seria Zootehnie*, 2015, 67, 73-80.

324. Cebotari, V., Buzu, I., Toderaş, I. Influence of some organic coordination compounds containing Co and Bi on development morph-productive characters of the bee families. *International Conference of University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest. Faculty of Animal Science. Scientific papers, Series D. Animal Science, Volume LVIII Ed. „Ceres”, România, Bucharest, 2015, 181-188.*

325. Cebotari, V., Toderaş, I., Buzu, I., Rudic, V. Use of chrome trace for vital activities functions stimulation of *Apis mellifera* bee colonies. *International Conference of University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest. Faculty of Animal Science. Scientific papers, Series D. Animal Science, Volume LVI, Ed. „Ceres”, Romania, Bucharest, 2013, 73-77.*

326. Cebotari, V. I., Gulea, T. A., Buzu, I. The microelement molybdenum (Mo) in nutritional supplement for bees. *Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Ştiinţifice - Seria Zootehnie*, 2016, 65, 56-63.

327. Codex Alimentarius Commission. Revised Codex Standard for honey, Codex STAN 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001). Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relation to honey. *Official Journal of the European Communities*, 2002, 10, 47-52.

328. Coleman, I. E. Zinc proteins: enzymes, storage proteins, transcription factors, and replication proteins. *Annu. Rev. Biochem*, 1992, 61, 897-994.

329. Crailsheim, K. The protein balance of the honey bee worker. *Apidologie*, Springer Verlag, 1990, 21 (5), 417-429.
330. Crailsheim, K.; Hrassnigg, N.; Gmeinbauer, R.; Szolderits, M.J.; Schneider, L.H.W.; Brosch, U. *Journal of Insect Physiology* 39(5): 369-373 *ects of Cell Signaling*. John Wiley & Sons, 2012, 286-289.
331. Crailsheim, K.; Hrassnigg, N.; Gmeinbauer, R.; Szolderits, M.J.; Schneider, L.H.W.; Brosch, U. Pollen utilization in non-breeding honeybees in winter. *Journal of Insect Physiology* 2015, 39(5), 369-373
332. Crane E., Bees, honey and pollen as indicators of metals in the envimment. *Bee World*, 1984, 55, 47 - 49.
333. DeGrandi-Hoffman, G., Gage, S. L, Corby-Harris, V., Carroll, M., Chambers, M., Graham, H. Connecting the nutrient composition of seasonal pollens with changing nutritional needs of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *J Insect Physiol*. 2018, 09, 114–124.
334. DeGroot, A.P. Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifica* L.). *Physiol Comp Oecologia*. 1993, 3, 197–285.
335. Devillers, J., Dore, J. C, Marengo, M, Poirier-Duchene F, Galand N, Viel C. Chemometrical analysis of 18 metallic and nonmetallic elements found in honeys sold in France. *J Agric Food Chem*. 2002, 50, 5998–6007. doi: 10.1021/jf020497r.
336. Dimou M., Thrasyvoulou A. Pollen analysis of honeybee rectum as a method to record the bee pollen flora of an area. *Apidologie*, 2009, 40, 2, 24–133.
337. Dustmann, J. H. Honey quality and its control. *American Bee Journal*, 1993, 133 (9), 648-651.
338. Edel, J., Pozzi, G., Sabbioni, E. Metabolic and toxicological studies on cobalt. *Sci. Total Environ*, 1994, 150, 233–244.
339. Eishchen, Frank A., Rothenbuhler, Walter C., Kulinčević Jovan M. Length of life and Dry Weight of Worker Honeybees Reared in Colonies with Different Worker-Larva Ratios, *Journal of Apicultural Research*, 1982, 21:1, 19-25.

340. European Nan OSH Conference – Nanotechnologies: A Critical Area in Occupational Safety and Health, 2007. <http://www.nanowerk.com>
341. Farooqui, T. Oxidative stress and age-related olfactory memory impairment in the honeybee *Apis mellifera*. *Front. Genet*, 2014, 5, 60. doi: 10.3389/fgene.2014.00060
342. Fedoruk, R. S., Kovalchuk, I. I., Rivis, Y. F., Saranchuk, I. I. Heavy metals and lipids acids content in the tissues and production of bees from different agroecologic zones of Carpatian region. *Miedzynarodowa Konferencja Naukowa "Osiagniecia naukowe a praktyka zootechniczna"*, October 17, 2009. Krakow, 2009, 18-22.
343. Folch, J. A., Lees, M., Sloane Stanley, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 1957, 226 (1),497 – 509.
344. Food and Drug Administration, Nanotechnology Task Force, 25 July 2007 [FDA, Nanotechnology Task Force, 2007] [http://www.fda.gov/nanotechnology/task-force/report 2007.pdf](http://www.fda.gov/nanotechnology/task-force/report%202007.pdf).
345. Garcia, J C R, Garcia, J B, Latorre, C. H, et al. Comparison of palladium-magnesium nitrate and ammonium dihydrogen phosphate modifiers for lead determination in honey by electrothermal atomic absorption spectrometry. *Food Chem*, 2005, 91, 435-39.
346. Gibbons, G. F., Mitropolonlos, K. A., Myant, N. B. *Biochemistry of cholesterol*. Elsevier Biomedical Press, 1982, 369 p.
347. Glinski, Z., Grzegorzcyk, K. Hemolymph proteins of the honeybee (*Apis mellifera* L.) from apiaries differing by the level of pollution with heavy metals. *Ann. UMCS. DD*, 1995, 50, 241–248.
348. Grembecka, Małgorzata, Szefer, Piotr. Evaluation of honeys and bee products quality based on their mineral composition using multivariate techniques. *Environ Monit Assess*, 2013, 185, 4033–4047. DOI 10.1007/s10661-012-2847-y

349. Grzeszczuk, M., Stefaniak, A., Wysocka, G. Mineral composition of some edible flowers. *Journal of Elementology*, 2018, 23(1), 151-162
350. Gulich, M. P., Yemchenko, N. L., Tomashevskaya, L. A. et al. Zinc citrate, obtained on the basis of aquanotechnology chemical and biological characteristics (Assessment of chemical pure and biological availability. *Environment and Health*, 2011, 44 (2), 44-49.
351. Hartfelder, K., Bitondi, M., Brent, C. S., Guidugli-Lazzarini, K. R., Simoes, Z. L., Stabeniner, A. Physiology and biochemistry of honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 2013, 504–508.
352. Hoshino, A., Fujioka, K., Oku, T. Physicochemical Properties and Cellular Toxicity of Nanocrystal Quantum Dots Depend on their Surface Modification. *Nano Letters*, 2004, 4, 11, 2163-2169.
353. Huang, Z. Honey bee nutrition. *American Bee Journal*, 2010, 150, 773–776.
354. Hung, K-L. J. 2018. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. *Proc. R. Soc. B.* 2018, 285(1870), 2017–2040.
355. Jeliakova, I., Dinkov, D., Rusev, V., Vashin, I. Effect of feeding bees with sugar solution (1:1) and Isosweet on some qualitative parameters of Honey. *Agrarian sciences Trematology*, 2002, 2, 300- 303.
356. Joney, K. C. Honey as an indicator of heavy metal contamination, *Water Air Soil Pollut*, 1987, 33, ½, 179–189.
357. Kabata-Pendias, A., Pendias, H. Trace elements in soils and plants. -3rd ed CRC Press, 2001, 403.
358. Kaplan, M, Karaoglu, Ö, Eroglu, N, Silici, S. Fatty acid and proximate composition of bee bread. *Food Technol Biotechnol*, 2016, 54, 497–504.
359. Kaplunenko, V. H., Fedoruk, R. S., Kovalchuk, I. I., Pashchenko, A. H., Romaniv, L. I., Dvyliuk, I. I., Kykish, I. B. 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

360. Kiheung, Ahn, Xianbing, Xie, Joseph, Riddle, Jeff, Pettis, Zachary, Y. Huang. Effects of Long Distance Transportation on Honey Bee Physiology. *Psyche*, 2012, Article ID 193029, 9. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/193029>
361. Komarov, D. A., Ryazanova, A. D., Slepneva, I. A. et al. Pathogen-Targeted Hydroxyl Radical Generation during Melanization in Insect Hemolymph: EPR Study of a Probable Cytotoxicity Mechanism. *App. Magn. Reson*, 2009, 35, 495–501.
362. Kostić, A. Ž., Dojcinovic, B., Pešić, M., Natić, M. Mineral content of bee pollen from Serbia. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 2015, 66(4), 251-258.
363. Kovalchuk, I. I., Kaplunenko, V. G. , Pashchenko, A. G., Dvylyuk, I. I., Kykish, I. B. 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.
364. Krol, A. Witamina B1 w zywnieniu pszczol. *Pszczelarstwo*, 1999, 50 (7), 5.
365. Kunieda, T., Fujiyuki, T., Kucharski, R., Foret, S., Ament. S. A., Toth, A. L. at all Carbohydrate metabolism genes and pathways in insects: insights from the honey bee genome. *Insect Molecular Biology*. 2006, 15(5), 563–576.
366. Liviu, A. M., Otilia, B., Melinda, T. The Effect of Plant Supplements on the Development of Artificially Weaken Bee Families. *Animal Science and Biotechnologies*, 2010, 43 (1), 457-503.
367. Malavolta, M., Mocchegiani, E. Trace elements and minerals in Health and Longevity. Part of the Healthy Ageing and Longevity book series (series ed. Suresh I. S. Rattan). 2018, 8, 328 p.
368. Manning, R. Fatty acids in pollen a revive of their importance for honey bees. *Bee World*, 2001, 82 (2), 60–75.

369. Markowicz, Bastos D. H., Barth, O. M., Rocha, C. I. et al. Fatty acid composition and palynological analysis of bee (*Apis*) pollen loads in the states of Sao Paulo and Minas Gerais, Brazil. *Journal of Apicultural Research*, 2004, 43, 2, 35–39.
370. Matei, N., Birghila, S., Dobrinas, S., Capotab, P. Determination of C Vitamin and Some Essential Trace elements (Ni, Mn, Fe, Cr) in bee products. *Acta Chim. Slov.* 2004, 51, 169–175.
371. Matin, G., Kargar, N., Buyukisik, H. B. Bio-monitoring of cadmium, lead, arsenic and mercury in industrial districts of Izmir, Turkey by using honey bees, propolis and pine tree leaves. *Ecol. Eng.*, 2016, 90, 331–335.
372. Moniruzzaman Mohammed et al. Determination of Mineral, Trace Element and Pesticide Levels in Honey Samples Originating from Different Regions of Malaysia Compared to Manuka Honey. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 2014(2). Doi: 10.1155/2014/359890
373. Muñoz, E, Palmero, S. Determination of heavy metals in honey potentiometric stripping analysis and using a continuous flow methodology. *Food Chem.* 2006, 94, 478-483.
374. Nagai, K., Shima, S., Morita K., et al. Immunotoxicity of cobalt and nickel experimental study on cytotoxicity of immuno-sensitive metals. *Nippon Eiseigaku Zasshi*, 1989, 44(5), 1014-1420.
375. Nemery, B., Lewis, C.P.L., Demedts, M. Cobalt and possible oxidant-mediated toxicity. *Sci. Total Environ*, 1994, 150, 57 – 64.
376. Nesli, S.; Josef, L. Nanotechnology and its application in the food Sector. *Trends in Biotechnol* 2009, 27, 82-89.
377. Nieboer, E., Sanford, W.E. Essential, toxic and therapeutic functions of metals (including determinant of reactivity). *Rev. Biochem. Toxicol.* 1985, 7, 205 – 245.
378. Pankiw, T. Brood pheromone regulates foraging activity of honey bees (*Hymenoptera: Apidae*). *J Econ Entomol.* 2004, 97(3), 748-51.

379. Pankiw, T., Sagili, R. R., Metz, B. N. Brood pheromone effects on colony protein supplement consumption and growth in the honey bee (Hymenoptera: Apidae) in a subtropical winter climate. *J. Econ Entomol*, 2008, 101(6), 1749-1755.
380. Paol Pier, P., Donley, Dion, Stabler, Daniel, Saseendranath Anumodh, Nicolson Susan W., Geraldine Simpson A. Wright. Nutritional balance of essential amino acids and carbohydrates of the adult worker honeybee depends on age. *Amino Acids*, 2014, 46, 1449–1458. Doi: 10.1007/s00726-014-1706-2.
381. Pashayan, S. A. The content of macroand microelements in spring honey plant. Second international conference «Modern problems of soil pollution». M.:MGU, 2007, 195–198.
382. Pashchenko A. Innovative methods of preservations of the bees health based on Cobalt and Nickel nanocitrate III Lodzka Miedzynarodowa Konfenrecija Pszczelarska “ Pszczelarstwo Europejskie — Kluczowe Aspekt Nowoczesnej Gospodarki Pasiecznej”, Tyszyn 15-1 listopada 2018, 85-86
383. Piotrowska, K., Weryszko-Chmielewska E. Pylek leszczyny - pokarm pszczol. *Pszczelarstwo*, 1999, 50 (7), 4–5
384. Popovic, I. (Vyskumny Ustav Vcelarsky, Liptovsky Hradok (CSFR). Stimulation of nectar production in red clover by means of microelements. 1987. <http://orgprints.org/23218/7/23218.pdf>
385. Porrini, C., Sabatini, A. G. Girotti, S. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination, *Apiacta*, 2003, 38, 63–70.
386. Prolin als Kriterium der Reife des Honigs. *Deutsche Lebensmittelrundschau*, 1991, 87, 383–386.
387. Raetz, C. R. H., Dowhan, W. Biosynthesis and function of phospholipids in *Escherichia coli*. *J. Biol. Chem.*, 1990, 265, 1235–1238.
388. Rashad, M. N., Soltan, M. E. Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. *J Food Comp Anal*. 2004, 17, 725-735.

389. Rudic, Valery, Toderas, Ion, Gudumac, Valentin, Derjanschi Valery. New remedies for bees. *Știință și educație*, 2008, 4(11), 81-83.
390. Sheng, S., Perry, C. J., Kleyman T. R. External nickel inhibits epithelial sodium channel by binding to histidine residues within the extracellular domains of alpha and gamma sodunits and reducing channel open probability. *J. Biol. Chem.* 2002, 277 (51), 50098 – 50111.
391. Shumkova1 R. , Zhelyazkova I. Effect of the feeding of products stimulating the development of bee colonies. *Agricultural science and technology*, 2013, 5 (3), 276 – 281.
392. Smodiš, Škerl Maja I., Gregorc, Aleš. Characteristics of hypopharyngeal glands in honeybees (*Apis mellifera carnica*) from a nurse colony. *Slov Vet Res*, 2015, 52 (2), 67-74
393. Solayman Asiful Islam., Sudip Paul, Yousuf Ali , Ibrahim Khalil Nadia Alam, Siew Hua Gan. Physicochemical Properties, Minerals, Trace Elements, and Heavy Metals in Honey of Different Origins: A Comprehensive Review. 2016, 15, 119-233. doi.org/10.1111/1541-4337.12182
394. Standifer, L. N. Honey Bee Nutrition and Supplemental Feeding. *Beekeeping in the United States Agriculture Handbook*, 1980, 335, 39 – 45.
395. Standifer, L. N., Moeller, F. E., Kauffeld, N. M., Herbert, E. W., Jr., Shimanuki, H. Supplemental Feeding of Honey Bee Colonies. *United States Department of Agriculture Agriculture Information Bulletin*, 1977, 41, 38.
396. Taber, S. Pollen and bee nutrition. *Am.Bee J.*, 1996, 136 (11), 787–788.
397. Tezzie, L. Trovanje medonosnih pcela azseo nom pri pzezadi sirovinezaostate u procezu dobijanja metalo iz rude. *Vetez. Closnir*, 1990, 44, 751-754.
398. Torres, D. J., Ricoy, U. M., Roybal, S. Modeling Honey Bee Populations. *PLoS One*. 2015, 6, 225-286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130966>

399. Toth, A., Kantarovich L. S., Meisel A. F., Robinson G.E. Nutritional status influences socially regulated foraging ontogeny in honey bees. *Journal of Experimental Biology*, 2005, 208, 4641-4649; doi: 10.1242/jeb.01956
400. Toth, A. L., Robinson, G. E. Worker nutrition and division of labour in honeybees. *Anim. Behav*, 2005, 69, 427 – 435.
401. Turgay, Ozlem, Ezer, Muhsin. Cobalt, lead and nickel levels in honey produced in kahramanmaras, turkey. *Italian Journal of Food Science* January 2009, 21(1), 107-111.
402. Weber, H. Fatty acid – derived signals in plants .*Trends Plant Sci*, 2002. 7, 217–224.
403. Weingand, K. W., Daggy, B. P. Effects of dietary cholesterol and fasting on hamster plasma lipoprotein lipids. *Eur. J. Clin. Chim. Clin. Biochem*, 1991, 29, 425–428.
404. 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.
405. Wenning, C. J. Pollen and the honey bee. *Am. Bee J.* 2003, 143 (5), 394–397.
406. Winston, M. L. *The Biology of the Honey Bee*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1987, 127-155
407. Wright, E. M. Transport of carboxylic acids by renal membrane vesicles. *Ann. Rev. Physiol.*, 1985, 47, 127-141.
408. Wroblewska, A. Nektarowanie I wydajnosć pylkowa ledzwianu siewnego. *Pszczelarstwo*, 2001, 52, 1, 12.
409. Wyatt, A. M. *Honey Bee Biology. Abnormal Queen Cells*. *American Bee Journal*, 1998, 138, 8, 581–584.
410. Zhang, G. & Xu, B. Effects of dietary calcium levels on development, haemolymph and antioxidant status of honey bee (*Apis mellifera*) larva reared in vitro. *Journal of Apicultural Research*, 2015, 54, 48–54.

411. Zhelyazkova I, Gurgulova, K. Changes in the quantity of heavy metals in the haemolymph of worker bees fed micro-element containing sugar solution. *Uludag Bee Journal*, 2004, 2, 77-80.
412. Zhelyazkova, I., Atanasova, S., Barakova, V., Mihaylova, G. Content of heavy metals and metalloids in bees and bee products from areas with different. *Agricultural science and technology*, 2010, 3 (1), 136 – 142.
413. Zhelyazkova, I., Honeybees – bioindicators for environmental quality. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2012, 18, 435-442
414. Zhung, J. The structural biology of type II fatty acid biosynthesis. *Annu. Rev. Biochem.* 2005, 74, 791-831.
415. Zidorova, K. A., Kalashnikov, M. V. Mineral composition of the hemolymph of bees in the brood *Varroa*. *Beekeeping*, 2014, 2, 22–23.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Пащенко А.Г.**, Романів Л.І., Федорук Р.С., Ковальчук І.І. 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, Львів, 2016; 18, 4 (72), 51-55. (Здобувачка провела визначення вмісту мікроелементів у зразках, проаналізувала та узагальнила результати, взяла участь у написанні статті).*
2. Ковальчук І.І., Двилюк І.І., **Пащенко А.Г.** Вміст мінеральних елементів у меді та його біологічна цінність за умов згодовування бджолам цитратів Со, Ні, Аg, і Сu. *Вісник аграрної науки, Київ, 2018; 8, 38-43 (Здобувачка виконала дослідження мікроелементного складу меду, взяла участь у аналізі результатів, написанні статті).*
3. Романів Л.І., Ковальчук І.І., Федорук Р.С., **Пащенко А.Г.** Уміст ліпідів у тканинах організму медоносних бджіл за згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів Со та Ні. *Біологія тварин, Львів, 2018: 20, №3, 84-92. (Здобувачка проаналізувала та узагальнила літературні джерела, брала участь у написанні та оформленні статті).*
4. **Пащенко А. Г.**, Ковальчук І. І., Федорук Р. С. Мінеральний склад тканин організму і стільників медоносних бджіл за умов підгодівлі соєвим борошном і цитратами кобальту і нікелю. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Львів, 2019; 20(19): 60-64. (Здобувачка провела дослідження вмісту мікроелементів, узагальнила отримані дані, написала та підготувала статтю до друку).*
5. Федорук Р. С., **Пащенко А. Г.**, Романів Л. І., Ковальська Л. М. Ліпіди

тканин бджіл і біологічна цінність меду за внесення до цукрового сиропу борошна сої і цитратів Со та Ні у весняний період. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин НААН та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок, Львів, 2015; 16, (2), 55 – 61. (Здобувач спільно зі співавторами провела дослідження та узагальнила результати, взяла участь у написанні статті).*

6. **Пащенко А.Г.** Уміст загальних ліпідів і жирних кислот у тканинах медоносних бджіл у період весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Со і Ні. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин НААН, Львів, 2016; 17 (2), 48-54.*

7. **Пащенко А.Г.,** Каплуненко В.Г., Ковальчук І.І., Романів Л.І. (2017) Вплив цитратів Со і Ні на ліпідний склад тканин організму бджіл та стільників за умови їхнього введення до підгодівлі у літньо-осінній період. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин НААН, Львів, 2017; 18, №2, 38-42 (Здобувачка проаналізувала та узагальнила літературні джерела, взяла участь в аналізі даних, написанні та оформленні статті).*

8. **Пащенко А.Г.,** Ковальчук І.І., Романів Л.І. Вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їх класів у тканинах організму та продукції медоносних бджіл за умов підгодівлі цитратами кобальту та нікелю. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету, Житомир, 2017; 3, 2(63), 143-148. (Здобувачка проаналізувала та узагальнила отримані дані, спільно зі співавторами написала та підготувала статтю до друку).*

9. **Пащенко А.Г.,** Ковальчук І.І. Мінеральний склад тканин медоносних бджіл та їх продукції за умови згодовування цукрового сиропу з цитратами Со і Ні у весняний період. *Збірник наукових праць Харківської державної зооветеринарної академії, Харків, 2017; 34 (2), 88-93. (Здобувачка провела дослідження вмісту мікроелементів у тканинах і продукції бджіл, проаналізувала отримані дані, підготувала статтю до друку).*

10. Федорук Р.С., Ковальчук І.І., Романів Л.І., **Пащенко А.Г.**, Двилюк І.І., Кикіш І.Б. Підгодівля бджіл і методи оцінки її ефективності. *Методичні рекомендації*, 2016; 31. (Здобувака брала участь в аналізі даних, написанні та оформленні методичних рекомендацій).
11. Федорук Р. С., Романів Л. І., **Пащенко А. Г.** Уміст загальних ліпідів і співвідношення їхніх класів у тканинах бджіл у період згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів Со та Ні. *Біологія тварин.*, Львів, 2015; 17 (3), 213. (Здобувачка проаналізувала та узагальнила літературні джерела, взяла участь в аналізі даних, написанні та оформленні тез).
12. **Пащенко А.Г.**, Федорук Р.С., Ковальчук І.І., Ковальська Л.М. Мінеральні елементи тканин і стільників медоносних бджіл у період весняної підгодівлі борошном з бобів сої та цитратами Со і Ні. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин»*, Львів, 2016; 39 (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень вмісту мікроелементів, проаналізувала та отримані дані та підготувала тези до друку).
13. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Кикіш І.Б., Романів Л.І. Вміст мінеральних елементів у тканинах і продукції бджіл у період весняної підгодівлі цукровим сиропом і цитратом Со. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин»*, Львів, 2016; 40 (Здобувачка виконала експериментальну частину дослідження та взято участь у написанні тез).
14. Федорук Р. С., **Пащенко А. Г.**, Ковальчук І. І., Романів Л. І. Интенсивность откладывания яиц пчелиными матками в весенний период при скормливании их семьям цитратов Со и Ni с сахарным сиропом. *Collection of works of scientific symposium with international participation „Zootechnical science – an important factor for the european type of the agriculture”*, Moldova, Maximovca, 2016; 774-779. (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень, узагальненні отриманих даних та написанні статті)
15. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Романів Л.І. Вміст ліпідів у тканинах та

продукції бджіл за умов підгодівлі у весняний період цитратами Со та Ні. *Біологія тварин, Львів, 2016; 18(4), 174. (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень ліпідного складу тканин та продукції бджіл і написанні тез)*

16. Романів Л.І., **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І. Вміст ліпідів у тканинах організму бджіл і стільниках за умов згодовування цукрового сиропу і цитратів Со та Ні. *Біологія тварин, Львів, 2016; 18(4), 180 (Здобувачка провела експериментальні дослідження, проаналізувала та узагальнила результати, брала участь у написанні тез).*

17. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Романів Л.І. Уміст ліпідів у тканинах організму медоносних бджіл за згодовування борошна сої, цукрового сиропу і цитратів Со та Ні в умовах термостату. *Біологія тварин, Львів, 2017; 19, № 4, 140. (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень ліпідного складу тканин та продукції бджіл, узагальнила отримані дані та підготувала тези до друку).*

18. Kovalchuk I.I., Kaplunenko V.G. , **Pashchenko A.G.**, Dvylyuk I.I., Kykish I.B. 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 (Здобувачка провела аналіз експериментальних даних й узагальнила результати, написала тези).*

19. Kaplunenko V.H., Fedoruk R.S., Kovalchuk I.I., **Pashchenko A.H.**, Romaniv L.I., Dvyliuk I.I., Kykish I.B. Biologic action of citrates of the microelements in melliferous bees in different periods of their lives. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 41S1, 2017, 64 (Здобувачка проаналізувала й узагальнила результати досліджень, написала тези).*

20. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І. Синергическое и антагонистическое действие цитратов кобальта и никеля на содержание микроэлементов в тканях организма пчел. *Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию РУП «Институт экспериментальной*

ветеринарии имени С.Н. Вышелесского», 2017; 324-329 (Здобувачка проаналізувала результати досліджень і взяла участь у написанні статті).

21. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Романів Л.І. Вплив згодовування борошна сої та цитратів Со і Ні на ліпідний склад тканин організму медоносних бджіл. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин», присвяченої 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України. Чернігів, 2018; 69-70. (Здобувач провела дослідження ліпідного складу тканин бджіл, проаналізувала результати, взяла участь у написанні тез).*

22. **Пащенко А.Г.**, Ковальчук І.І., Романів Л.І. Мінеральний склад продукції бджільництва за умов згодовування борошна сої та цитратів кобальту і нікелю медоносним бджолам. *Біологія тварин, Львів, 2018; 20, 3, 150. (Здобувачка провела визначення мікроелементів у продукції бджіл, проаналізувала результати, взяла участь у написанні тез).*

23. **Пащенко А.Г.** Федорук Р.С., Ковальчук І.І. Мінеральні елементи тканин організму та продукції бджіл за умов літньо-осінньої підгодівлі цитратами Со і Ні. *Збірник матеріалів III Міжнародного форуму «Медова осінь на Львівщині. Прикордонні зустрічі». Львів, 2018; 28. (Здобувачка провела дослідження вмісту мікроелементів у тканинах і продукції бджіл, спільно зі співавторами написала та підготувала тези до друку).*

24. **Pashchenko A.** Innovative methods of preservations of the bees health based on Cobalt and Nickel nanocitrate. *III Lodzka Miedzynarodowa Konfenrecija Pszczelarska “ Pszczelarstwo Europejskie — Kluczowe Aspekt Nowoczesnej Gospodarki Pasiecznej”, Tyszyn 15-1 listopada 2018, 85-86*

ДОДАТОК Б

АКТ

про впровадження наукової розробки

1. Найменування науково-дослідної установи-розробника Інститут біології тварин НААН, лабораторія екологічної фізіології та якості продукції.
(НДІ, дослідна станція, відділ, лабораторія та ін.)

2. Найменування завершеної розробки, поставленої на впровадження Спосіб підвищення продуктивності бджолиних сімей за згодовування аквацитрату Со.

3. Автори завершених робіт Ковальчук І. І. зав. лабораторії екологічної фізіології та якості продукції, д. вет. н., с. н. с., Пашенко А. Г. аспірант, Романів Л. І. к. с.-г. н., н. с.

(П. І. П., посада, звання)

4. Завершена розробка рекомендована до впровадження Інститут біології тварин НААН, протокол № 2 від 15. 03. 2016 р.

(НДІ, дослідні станції та ін.)

5. Впровадження розробки проводилось на пасіці с. Кореличі Перемишлянського району Львівської області
(найменування господарства, підприємства, його відомче підпорядкування)
(місцезнаходження: республіка, край, область)

6. Відповідальні за впровадження розробки Ковальчук І. І. зав. лабораторії екологічної фізіології та якості продукції, д. вет. н., с. н. с., аспірант Пашенко А. Г., Романів Л. І. к. с.-г. н., н. с.

(П. І. П., установа, господарство, посада)

7. Умови впровадження розробки – Основні бджолосім'ї станом на 2016 р. утримувались у вуликах-лежаках на рамках системи Дадана-Блатта (435×300 мм). Впровадження проведено на пасіці, де були відсутні клінічні ознаки паразитарних та інфекційних хвороб, на бджолах карпатської породи, сформованих з двох груп по 20 бджолосімей аналоги, у яких визначали показники сезонної продуктивності — валовий вихід товарного меду і воску.
(господарсько-економічні, що відповідають встановленим вимогам)

8.Обсяг впровадження розробки 20 бджолосімей
(голів, тонн та ін.)

9.Терміни впровадження – з II декади квітня по II декаду травня 2016 року

(рік, місяць, початок і закінчення в кожному окремому випадку)

10.Методика впровадження розробки Впровадження здійснювали на пасіці в умовах стаціонарного утримання бджіл з II декади квітня по I декаду травня липня 2016 року з обліком валового виходу меду (кг) та воску (кг/шт. стільників).

Компоненти підгодівлі: цукровий сироп 50% концентрації, аквацитрат Со.

Форма і дози внесення підгодівлі: у вигляді аквацитрату Со, 50% цукровий сироп 300 мл (по 300 мл / бджолосім'ю / 7 діб), одержану цукрово-цитратну суміш для підгодівлі бджіл вносили у годівниці ємкістю ($V=2 \text{ дм}^3$). I – контрольна група, з підгодівлею 300 мл 50% цукрового сиропу / 7 діб, II – дослідна до 300 мл цукрового сиропу (50%) включено 2 мг Со.

11. Результати, що характеризують ефективність впровадження: Аналіз економічної ефективності впровадження розробки проводили шляхом переведення всієї одержаної продукції (валової) бджільництва в умовні медові одиниці. Для перерахунку використовували рекомендовані коефіцієнти (Поліщук В. П., 2009), зокрема 1 кг меду – 1 у. м. о., 1 кг воску – 2,1 у. м. о.

а) основні господарсько-економічні показники за результатами впровадження

Показники	Групи бджолиних сімей				% до I-K
	I-K		II-D		
	кг	у.м.о.*	кг	у.м.о.	
Виробництво валового меду, кг/ бджолосім'ю	12,5	12,5	19,5	19,5	156,0
Валовий вихід воску, кг, в т.ч. відбудовано стільників, шт./ бджолосім'ю	0,49/7	1,02	0,84/12	1,76	172,5
Всього ($\Sigma_{\text{сум}}$), у. м. о.	13,52		21,26		157,2
Собівартість 1 у. м. о., грн.	10,37		9,20		89,32

б) обґрунтований розрахунок економічної ефективності розробки визначення показників економічної ефективності проводили на основі результатів підрахунку медової та воскової продуктивності за весь дослідний період з додаванням до компонентів підгодівлі аквацитрату Со. Додаткове введення до цукрового сиропу аквацитрату Со забезпечило зростання медової і воскової продуктивності бджолосімей, що знизило собівартість виробленої валової продукції на 10,67%, що становить 1,17 грн. / 1 у.м.о. (ефект у гривнях на одиницю об'єму або на одиницю виробленої продукції)

13. Що рекомендується для освоєння розробки у виробництві Згодовувати бджолиним сім'ям у весняний період цитрат Со за схемою виконаних дисертаційних досліджень.

(коротка і чітка рекомендація виробництву)

14. Відповідальні виконавці впровадження:

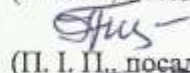
а) від наукової установи

Ковальчук І. І. зав. лабораторії екологічної фізіології та якості продукції, д. вет. н., с. н. с.



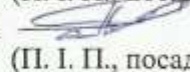
(П. І. П., посада, підпис)

Пашенко А. Г. аспірант



(П. І. П., посада, підпис)

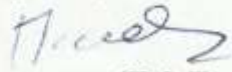
Романів Л. І. к. с.-г. н., н. с.



(П. І. П., посада, підпис)

б) від виробництва (пасіки)

Прокопів І. І.




(П. І. П., посада, підпис)

Акт оформлений «20» липня 2016 р.

ПОГОДЖЕНО

Голова Корелицької сільської ради

« »  В. В. Яремків
2016 р.

М.П.



ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з

інноваційно-наукової роботи
Інституту біології тварин НААН

« »  Лесик Я. В.
2016 р.

М.П.



ДОДАТОК В

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

Національного наукового центру

«Інститут бджільництва

імені П.І. Прокоповича»,

доктор юрид. наук



Бугера С. І.

КАРТКА ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Викладені у інформаційному листі наукові положення кандидатської дисертації Пашенко Алли Григорівни на тему: «Мікроелементи і ліпіди тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні та борошном сої», що представлена на здобуття наукового ступеню кандидата ветеринарних наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, було розглянуто на засіданні (протокол № 7 від «28» листопада 2018 р.) та прийнято до використання у науковій роботі лабораторії технологічних та спеціальних заходів профілактики хвороб бджіл.

Завідувачка лабораторії
технологічних та спеціальних заходів
профілактики хвороб бджіл.

к. б. н.

Т.М. Єфіменко

ДОДАТОК Г

Погоджено	Затверджую
Проректор з навчальної і виховної роботи	Перший проректор
доктор економічних наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України	доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України
 Кваша С.М.	 Ібатуллін І.І.
(Підпис)	(Підпис)
«13» <u>чудня 2018</u> р.	«14» <u>чудня 2018</u> р.

АКТ про впровадження/використання результатів кандидатської дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: «Мікроелементи і ліпіди тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні та борошном сої», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата ветеринарних наук за спеціальністю 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, виконаної Пащенко Аллою Григорівною
(ПІБ здобувача)

впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін(и):
Фізіологія тварин
(назва дисципліни)

розділи «Обмін речовин та енергії» і «Фізіологія травлення» доповнені новими науковими даними щодо особливостей мікроелементного та ліпідного складу тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні та борошном сої.

(необхідно конкретизувати, які результати дисертаційної роботи і яким чином (способом) використані при викладанні дисциплін(и) на кафедрі біохімії і фізіології тварин ім. акад. М.Ф. Гулого
назва кафедри

у підготовці фахівців ОР «Магістр» зі спеціальності 211 «Ветеринарна медицина»
назва спеціальності

у Національному університеті біоресурсів і природокористування України
назва ВНЗ

Декан факультету
д-р. біол. наук, академік НААН України

Цвіліховський М.І.

Завідувач кафедри
д-р. вет. наук, професор

Томчук В.А.

ДОДАТОК Д

ПОГОДЖЕНО:

Проректор з навчальної і виховної роботи,
доктор економічних наук, професор,
академік НААН, заслужений діяч науки
і техніки України

 Кваша С.М.

« 12 » грудня 2018 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Перший проректор НУБІП України,
доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН, заслужений
діяч науки і техніки

 Ібатуллін І. І.

2018 р.

АКТ

про впровадження /використання результатів кандидатської дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджуємо, що результати дисертаційної роботи на тему:
«Мікроелементи і ліпіди тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні
та борошном сої»,

що представлена на здобуття наукового ступеню кандидата ветеринарних наук зі
спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, виконаної

Пашенко Аллою Григорівною,

впроваджено у навчальну програму при викладені спеціалізації «Бджільництво»,
яка доповнена новими науковими даними щодо підгодівлі медоносних бджіл
цитратами кобальту і нікелю та борошном сої у весняний та літньо-осінній періоди

на кафедрі конярства і бджільництва у підготовці фахівців ОР «Магістр» зі
спеціальності «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

у Національному Університеті біоресурсів і природокористування України

Декан факультету тваринництва та
водних біоресурсів

Завідувач кафедри конярства
і бджільництва

 Кондратюк В. М.

 Повозніков М. Г.

ДОДАТОК Е

ЗАТВЕРДЖУЮ:


Перший проректор
Кібкало Д.В.
«27» листопада 2018 р

КАРТКА ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ

1. Викладені у інформаційному листі наукові положення кандидатської дисертації Пашенко Алли Григорівни на тему: «Мікроелементи і ліпіди тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні та борошном сої», що представлена на здобуття наукового ступеню кандидата ветеринарних наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, використовуються у навчальному процесі при викладенні дисципліни «Фізіологія тварин» у підготовці фахівців ОКР «Бакалавр» та «Магістр» зі спеціальності «Ветеринарна медицина».

2. Матеріали наукової роботи Пашенко Алли Григорівни розглянуто на засіданні кафедри нормальної і патологічної фізіології тварин Харківської державної зооветеринарної академії та використовуються при викладенні матеріалу студентам з дисципліни «Фізіологія тварин», у розділах «Фізіологія обміну речовин і енергії», «Фізіологія травлення» та у науковій роботі кафедри (протокол № 4 від 27 листопада 2018 р.)

Декан факультету ветеринарної
медицини, к.вет.н., доцент

 О.В.Митрофанов

Завідувач кафедри нормальної і
патологічної фізіології тварин,
д.вет.н., професор

 І.Л.Жукова

ДОДАТОК Ж

Затверджую:

Проректор з наукової роботи
Сумського НАУ
д. с. н., професор

Ю.І. Данько



А К Т

про впровадження результатів

кандидатської дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати кандидатської дисертаційної роботи Пашенко Алли Григорівни на тему: «Мікроелементи і ліпіди тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні та борошном сої», що представлена на здобуття наукового ступеню кандидата ветеринарних наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, використовуються у навчальному процесі при викладенні дисципліни «Фізіологія тварин» у підготовці фахівців ОР «Бакалавр» та «Магістр» зі спеціальності «Ветеринарна медицина». Матеріали наукової роботи Пашенко Алли Григорівни розглянуто на засіданні кафедри анатомії, нормальної та патологічної фізіології Сумського НАУ і вони використовуються при викладенні матеріалу студентам з дисципліни «Фізіологія тварин», у розділах «Фізіологія обміну речовин і енергії», «Фізіологія травлення» та у науковій роботі кафедри (протокол № 7 від «17» грудня 2018 р.)

Погоджено:

Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи

В.М. Жмайлов В.М. Жмайлов

Декан факультету
ветеринарної медицини

О.Л. Нечипоренко О.Л. Нечипоренко

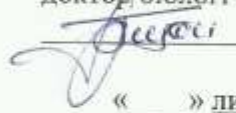
Завідувач кафедри анатомії,
нормальної та патологічної
фізіології тварин,
д. вет. н., професор

М.Д. Камбур М.Д. Камбур

ДОДАТОК 3

Погоджено:

Проректор з наукової роботи
Дніпровського державного аграрно-
економічного університету
доктор біологічних наук, професор

 Ю. І. Грицан
« ___ » листопад 2018 р.

Затверджую:

Перший проректор –
проректор з навчальної роботи
Дніпровського державного
аграрно-економічного університету

 М. Онопрієнко
« ___ » листопад 2018 р.



КАРТКА ЗВОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

1. Викладені в інформаційному листі наукові положення кандидатської дисертації Пащенко Алли Григорівни на тему: «Мікроелементи та ліпіди тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Со і Ні та борошном сої», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата ветеринарних наук зі спеціальності 03.00.13 – фізіологія людини і тварин, використовуються у навчальну процесі при викладенні дисципліни «Фізіологія тварин» у підготовці фахівців ОКР «Бакалавр» та «Магістр» зі спеціальності «Ветеринарна медицина».

2. Матеріали наукової роботи Пащенко Алли Григорівни розглянуто на засіданні кафедри фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин і використовуються при викладанні матеріалу студентам з дисципліни «Фізіологія тварин», у розділі «Фізіологія обміну речовин», «Фізіологія травлення» та у науковій роботі кафедри (протокол № 4 від «22» листопада 2018 року).

Декан факультету ветеринарної
медицини, к.вет.н., доцент



І. А. Бібен

Завідувач кафедри фізіології
та біохімії сільськогосподарських
тварин, к. біол. н., професор



Л. М. Степченко

ДОДАТОК К

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН

ПІДГОДІВЛЯ БДЖІЛ І МЕТОДИ ОЦІНКИ ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ (МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ)



ЛЬВІВ 2016