НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН

ПАЩЕНКО АЛЛА ГРИГОРІВНА

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

МІКРОЕЛЕМЕНТИ ТА ЛІПІДИ ТКАНИН І ПРОДУКЦІЇ БДЖІЛ ЗА ПІДГОДІВЛІ ЦИТРАТАМИ Co і Ni ТА БОРОШНОМ СОЇ

03.00.13− фізіологія людини і тварин

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата ветеринарних наук

Львів - 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті біології тварин Національної академії аграрних наук України.

Науковий керівник — доктор ветеринарних наук,
старший науковий співробітник
Ковальчук Ірина Іванівна,
Інститут біології тварин НААН,
завідувач лабораторії екологічної фізіології
та якості продукції

Офіційні опоненти: доктор ветеринарних наук, професор
Гуфрій Дмитро Федорович,
Львівський національний університет ветеринарної
медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького,
професор кафедри фармакології та токсикології;

доктор біологічних наук, професор, академік НААН
Дроник Григорій Васильович,
Буковинська державна сільськогосподарська
дослідна станція НААН,
головний науковий співробітник відділу селекції,
розведення, годівлі та технології виробництва
продукції тваринництва

Захист відбудеться «_14_» _травня_ 2019 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.368.01 Інституту біології тварин НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. В. Стуса, 38

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту біології тварин НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. В. Стуса, 38.

Автореферат розісланий «_13_» _квітня___ 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради _____ О. І. Віщур

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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 елементами живлення бджолиної сім'ї, що визначають її життєдіяльність, є ліпіди, повноцінний кормовий протеїн і мікроелементи. Розвиток бджолиної сім'ї залежить від біотичних і абіотичних чинників, серед яких виділяють погодні умови, якість бджолиної матки і корму (Ковальський Ю. В., 2005; Toth A. L., Robinson G. E., 2005; Федорук Р. С., Романів Л. І., 2016; Ковальчук І. І., 2016).

Дефіцит вуглеводного корму можна поповнити, згодовуючи бджолам цукровий сироп, проте нестачу ліпідів, білків, вітамінів і мікроелементів компенсують введенням до підгодівлі спеціальних добавок (Броварський В. Д., 2000; Папченко О. В., 2014; Чорна І. В., Дроник Г. В., 2018). Запропоновано велику кількість різноманітних препаратів, що містять такі компоненти. З'ясовано, 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 і резистентність медоносних бджіл. До таких мінеральних компонентів належать Co, Zn, Mn, Cr, Ni, Se і Ge. Питання живлення медоносних бджіл вивчали багато дослідників (Somerville D., 2000; Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І., 2004; Shumkova R., Zhelyazkova I., 2013; Козуб Р. Б., 2014; Двилюк І. В. 2018).

Однак досі недостатньо вивчено не тільки кількість, але й якість деяких компонентів живлення медоносних бджіл, зокрема мінеральних елементів Co та Ni, які традиційно застосовувались у формі неорганічних солей. Ці сполуки відрізняються високим рівнем токсичності й негативно впливають на тривалість життя бджіл (Лосєв О. М., Шевченко Л. В., 2009). Альтернативним напрямом у розв'язанні проблеми збагачення кормів для бджіл есенціальними біометалами є використання їх у біодоступній формі, в якій вони є в організмі – у формі карбоксилатів харчових кислот і, насамперед, у вигляді цитратів, які потрапляючи в клітину, безпосередньо беруть участь у головному енергетичному обмінному циклі – циклі Кребса (Боєчко Ф. Ф., 2009; Опара В., 2012; Брич О. І., Синетар Е.О., Каплуненко В.Г., 2015; Гутий Б. В., Гуфрій Д.Ф., 2016).

Отже, вивчення метаболізму мікроелементів і ліпідів у організмі медоносних бджіл за умов введення до компонентів підгодівлі цитратів Co та Ni є актуальним і дає змогу поліпшити 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 Co і Ni та борошна сої на метаболізм окремих мікроелементів і ліпідів в організмі, вміст у продукції медоносних бджіл та удосконалити способи їх підгодівлі у весняний і літньо-осінній періоди.

Для реалізації мети були поставлені такі завдання:

- дослідити вміст окремих мікроелементів, загальних ліпідів та їх класів у тканинах організму бджіл за підгодівлі їх цитратами Co і Ni з борошном сої та без нього в умовах утримання у ентомологічних садках;
- проаналізувати вміст окремих мікроелементів у тканинах організму бджіл, стільниках, перзі, меді за умов весняної підгодівлі цитратами Co і Ni;
- визначити вміст окремих мікроелементів у тканинах організму бджіл, стільниках, перзі, меді за умов літньо-осінньої підгодівлі цитратами Co і Ni;
- дослідити інтенсивність яйцекладки бджолиних маток за умов весняної підгодівлі цитратами Co і Ni;
- вивчити вміст загальних ліпідів, їх окремих класів, насичених і ненасичених жирних кислот у тканинах організму бджіл за умов весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Co і Ni;
- визначити вміст загальних ліпідів і їх класів у тканинах організму бджіл, стільниках, перзі за умов весняної та літньо-осінньої підгодівлі цитратами Co і Ni;
- удосконалити способи підгодівлі медоносних бджіл у весняний період;
- з'ясувати вплив підгодівлі цитратами Co і Ni на продуктивність бджолиних сімей.

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

Предмет дослідження — особливості впливу цитратів Co і Ni 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 Co і Ni на організм бджіл, розроблено способи застосування цих сполук у 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 Co і Ni. Вперше визначено схему і дози додавання цитратів Co і Ni, отриманих методом нанотехнології, до цукрового сиропу як компонентів підгодівлі медоносних бджіл, доведено стимулювальний комплексний вплив на метаболізм ліпідів і окремих мікроелементів у тканинах організму, вміст цих речовин у продукції, інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками. Вперше експериментально доведено фізіологічні відмінності дії компонентів мінерального та ліпідного живлення бджіл за умов літньо-осінньої підгодівлі цитратами Co і Ni, отриманими методом нанотехнології.

Практичне значення отриманих результатів. Стимулювальний вплив мінеральної добавки на основі цитратів Co і Ni на інтенсивність яйцекладки бджолиних маток і силу бджолиної сім'ї використано для наукового обґрунтування пропозицій щодо вдосконалення компонентів підгодівлі медоносних бджіл. Застосування цитратів Co і Ni у живленні бджолиних сімей посилює метаболізм ліпідів і підвищує вміст окремих корисних мікроелементів у тканинах організму бджіл та їх продукції, життєздатність бджіл і репродуктивну функцію 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 Co і Ni, що викладено в 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 дисципліни «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 і всеукраїнських науково-практичних конференціях: «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 «Zootechnycal 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); Медовий форум «Україна медова і світ» (м. Київ, 2017); семінарі «Нанобіотехнології: досягнення та перспективи досліджень» (м. Львів, 2017); круглому столі з міжнародною участю «Песпективи створення інноваційних засобів для підвищення життєздатності медоносних бджіл» (м. Київ, 2017); III Міжнародному форумі «Медова осінь на Львівщині. Прикордонні зустрічі» (м. Львів, 2018); III Lodzka Miedzynarodowa Konfenrecija Pszczelarska «Pszczelarstwo Europejskie — Kluczowe Aspekt Nowoczesnej Gospodarki Pasiecznej» (Tyszyn, 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.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Огляд літератури. У розділі проаналізовано сучасні літературні дані про особливості живлення бджіл у весняний та осінній періоди, метаболізм мікроелементів і ліпідів у організмі, роль Co і Ni в їх життєдіяльності та розмноження за різних умов утримання. Висвітлено фізіологічну дію природних і штучних компонентів живлення медоносних бджіл.

Матеріали і методи 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 в таблиці. Бджолам дослідних груп до 50% цукрового сиропу додавали водні розчини кобальту цитрату (1,0 г Co/дм^3) та нікелю цитрату (0,8 г Ni/дм^3), отриманих від ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ.

Медоносних бджіл карпатської породи утримували у вуликах-лежаках. Бджолосім'ї перевіряли на інфекційні та інвазійні захворювання і визнали благополучними щодо 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).

Таблиця

ЗАГАЛЬНА СХЕМА ВИКОНАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Групи медоносних бджіл	Періоди дослідження		Тривалість досліду, діб
І – ДОСЛІД (МОДЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В УМОВАХ САДКІВ)			
	І етап	ІІ етап	
І – Контрольна	Цукровий сироп (ЦС) – 25 мл	ЦС – 25 мл	14
ІІ – Дослідна	ЦС + борошно сої (БС) – 25 г	ЦС + БС – 25 г	14
ІІІ – Дослідна	ЦС + БС + цитрат Co – 2 мг	ЦС + цитрат Co – 2 мг	14
IV – Дослідна	ЦС + БС + цитрат Ni – 1 мг	ЦС + цитрат Ni – 1 мг	14
V – Дослідна	ЦС + БС + цитрат Co – 2 мг + цитрат Ni – 1 мг	ЦС + цитрат Co – 2 мг + цитрат Ni – 1 мг	14
ІІ – ДОСЛІД (ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД)			
І – Контрольна	ЦС – 500 мл/тиждень/бджолосім'ю		14
ІІ – Дослідна	ЦС + БС – 500 г		14
ІІІ – Дослідна	ЦС + БС + цитрат Co – 2 мг		14
IV – Дослідна	ЦС + БС + цитрат Ni – 1 мг		14
V – Дослідна	ЦС + БС + цитрат Co –2 мг + цитрат Ni – 1 мг		14
ІІІ – ДОСЛІД (ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД)			
І – Контрольна	ЦС – 300 мл/тиждень/бджолосім'ю		30
ІІ – Дослідна	ЦС + цитрат Ni – 2 мг		30
ІІІ – Дослідна	ЦС + цитрат Co – 2 мг		30
IV – Дослідна	ЦС + цитрат Ni – 1 мг		30
V – Дослідна	ЦС + цитрат Co – 2 мг + цитрат Ni – 1 мг		30
IV – ДОСЛІД (ЛІТНЬО-ОСІННІЙ ПЕРІОД)			
І – Контрольна	ЦС – 300 мл/тиждень/бджолосім'ю		14
ІІ – Дослідна	ЦС + цитрат Co – 2 мг		14
ІІІ – Дослідна	ЦС + цитрат Ni – 1 мг		14

Перший дослід проведено в умовах ізольованого утримання медоносних бджіл у садках лабораторії екологічної фізіології та якості продукції Інституту біології тварин НААН. Визначали життєздатність бджіл за температури 27^0С з підгодівлею їх цитратами Co і Ni з 50% цукровим сиропом (ЦС), борошном натуральної сої (БС) у два періоди. У модельному досліді вивчали нешкідливість і

біологічну дію борошна сої та цитратів Co і Ni, отриманих з використанням нанотехнологічних методів (Косінов М.В., Каплуненко В. Г., 2009).

Другий дослід проведено на приватній пасіці в с. Кореличі Перемишлянського району у весняний період на бджолах карпатської породи. Для проведення досліду сформували п'ять груп клінічно здорових бджолиних сімей, по три в кожній групі. Вивчали вплив згодовування бджолиним сім'ям у весняний період комплексної добавки борошна натуральної сої і цитратів Co і Ni на організм бджіл та їх продукцію.

Третій дослід проведено на приватній пасіці в с. Кореличі Перемишлянського району. Для дослідження відібрали п'ять груп клінічно здорових бджолиних сімей, по три бджолосім'ї у кожній. Вивчали вплив згодовування бджолиним сім'ям у весняний період комплексної вуглеводної добавки з цитратами Co і Ni на організм медоносних бджіл, їх продукцію та інтенсивність яйцекладки бджолиних маток.

Четвертий дослід виконували в умовах стаціонарного утримання бджіл на базі пасіки Інституту біології тварин НААН. Для дослідження на пасіці відібрали три групи клінічно здорових бджолиних сімей, по три у кожній. Досліджували вплив цитратів Co і Ni, які вводили до підгодівлі бджіл з 50% цукровим сиропом у літньо-осінній період.

Для дослідження використовували тканини організму бджіл, пергу, свіжопобудовані бджолині стільники («язики») та поліфлорний квітковий мед. Із кожної сім'ї відібрано 90–100 робочих бджіл, пергу (заповнені ділянки кормових стільників площею 20–25 см^2) і мед 100−150 г та збудовані по краю рамки стільники («язики») методом безпосереднього вирізування їх гніздових надбудов масою 10–15 г з кожного вулика. У лабораторних умовах із зразків цілого організму бджіл готували гомогенати тканин з використанням рідкого азоту.

Вміст мінеральних елементів у досліджуваному біологічному матеріалі (тканинах медоносних бджіл, перзі, стільниках і медах) визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ–115 ПК (ГОСТ 30178-96) і методом атомно-еміссійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП) на приладі Optima 210 DV. Фізико-хімічні та якісні показники меду (пролін, діастазне число, масова частка води, pH) досліджували згідно ДСТУ 4497:2005.

Вміст окремих жирних кислот обчислювали за формулою, яка включає відповідні коефіцієнти для кожної з них, за результатами газохроматографічного аналізу з використанням хроматографа «Хром-5» (Рівіс Й. Ф., Федорук Р. С., 2010). Вміст загальних ліпідів визначали за методом Фолча (Folch J. A., 1957). Відносний вміст окремих фракцій ліпідів досліджували за допомогою тонкошарової хроматографії з використанням силікагелевих пластин Sorbfil (ПТСХ-П-А) з подальшим вимірюванням показників оптичної густини у дослідних зразках тканин на спектрофотометрі СФ-46 при довжині хвилі 440 нм.

Показники інтенсивності яйцекладки бджолиних маток визначали методом підрахунку кількості печатного розплоду з використанням рамки – сітки з квадратами 5х5 см. Стандартний стільник цієї системи вуликів вміщує

33 квадрати з кожного боку, окремий квадрат містить 100 бджолиних комірок. Підрахунок проводили безпосереднім накладанням рамки – сітки на стільники зі зрілим запечатаним розплодом з інтервалом 12 діб.

Підрахувавши суму запечатаних комірок усіх квадратів за один промір та поділивши цю кількість на 12, отримували показник інтенсивності середньодобової яйцекладки бджолиних маток.

Статистичний аналіз одержаних цифрових даних проводили за допомогою програми Statystika для Windows XP. Після порівняння досліджуваних показників та їх міжгрупових різниць використовували t-критерій Стьюдента, а результат вважали вірогідним за $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Вміст окремих мікроелементів у тканинах організму бджіл за підгодівлі борошном сої та цитратами Co і Ni в умовах ентомологічних садків. За результатами дослідження мінерального складу тканин організму бджіл, яких утримували в ентомологічних садках, встановлено, що внесення до цукрового сиропу борошна сої і цитрату Ni (IV група) та їх комплексного поєднання у V групі зумовлювало зниження вмісту Fe, Co і Cu ($p < 0,05–0,01$) у тканинах бджіл IV групи зі зростанням вмісту Ni (на 2,58 мг/кг) як у IV, так і в V (на 2,23 мг/кг) групах, а Pb — тільки в IV (рис. 1).

Внесення цитрату Co до цукрового сиропу і борошна сої в III групі зумовлювало вірогідне зростання вмісту Co і Zn (на 1,23 і 3,78 мг/кг, $p < 0,01–0,001$) на тлі зниження рівня Cu і Pb (на 0,53 і 1,07 мг/кг, $p < 0,05$; 0,01) і не вірогідно – Ni порівняно з контролем. Однак включення цитратів Co і Ni в поєднанні з борошном сої у бджіл V групи зберігало вищий вміст Co (на 1,36 мг/кг, $p < 0,01$) порівняно з контрольною групою.

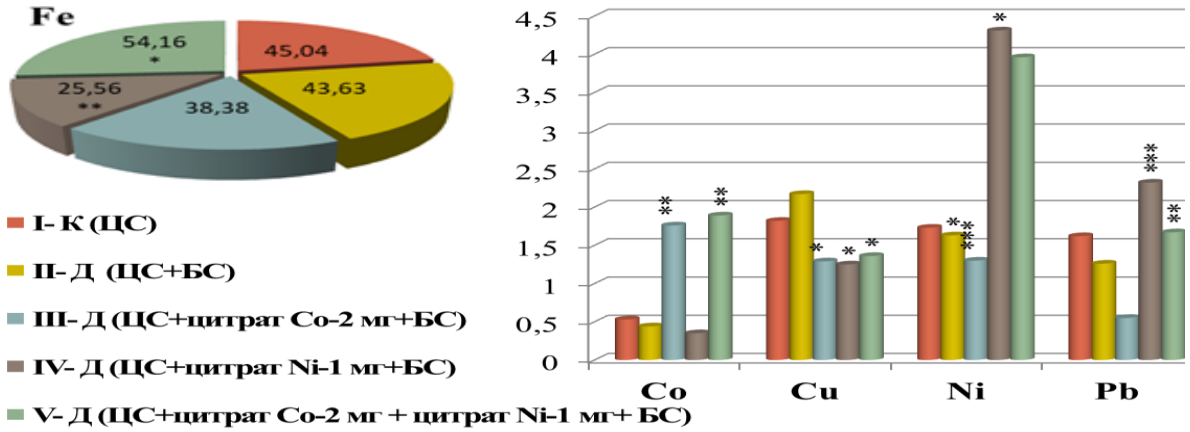


Рис. 1. **Вміст мікроелементів у тканинах бджіл за підгодівлі цитратами Co і Ni та борошном сої в умовах ентомологічних садків, мг/кг**

*Примітка. На цьому і наступних рисунках вірогідні різниці між контрольною (I) і дослідними (II, III, IV і V) групами: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.*

Аналіз отриманих результатів із підгодівлі бджіл цитратами Co та Ni без борошна сої на другому етапі досліджень підтвердив виражені вірогідні різниці за вмістом окремих мікроелементів у тканинах бджіл II, III, IV і V дослідних

груп порівняно з показниками контрольної групи (I). Констатовано зниження вмісту Fe у тканинах бджіл II групи ($p < 0,01$), на тлі вищого вмісту у IV і V групах ($p < 0,05$) порівняно з його вмістом у зразках тканин бджіл контрольної групи. Найнижчий вміст Fe у тканинах організму зафіксовано у бджіл II групи. Однак поєднання цукрового сиропу з борошном сої у співвідношенні 1:1 на першому етапі досліджень не виявляло такого вірогідно вираженого впливу на вміст Fe у тканинах бджіл II групи, тоді як дія цитрату Ni в IV і V групах характеризувалась нижчим його рівнем. Комплексне поєднання цитратів Co і Ni з цукровим сиропом зумовлювало вірогідне зниження вмісту Co та Cu у тканинах бджіл V групи (на 0,29 та 0,78 мг/кг відповідно) на тлі зростання рівня Ni порівняно з контрольною групою.

Ліпідний обмін у тканинах організму бджіл за підгодівлі борошном сої та цитратами Co і Ni в умовах ентомологічних садків. Аналіз отриманих результатів досліджень вказує на незначні відхилення показників умісту загальних ліпідів у зразках тканин бджіл II і V груп, що виявляли лише тенденцію до підвищення їх рівня порівняно з контролем. Більш виражені зміни встановлені щодо вмісту окремих класів ліпідів, вірогідні різниці яких були відзначені у всіх дослідних групах порівняно з показниками у контролі на першому етапі досліджень. Зокрема, відзначено зростання вмісту фосфоліпідів ($p < 0,01$) у тканинах бджіл III, IV і V груп порівняно з показником у контрольній групі (рис. 2). Це може вказувати на стимулювальний вплив цитратів Co і Ni на синтез цих ліпідів в організмі бджіл та їх адаптаційну здатність.

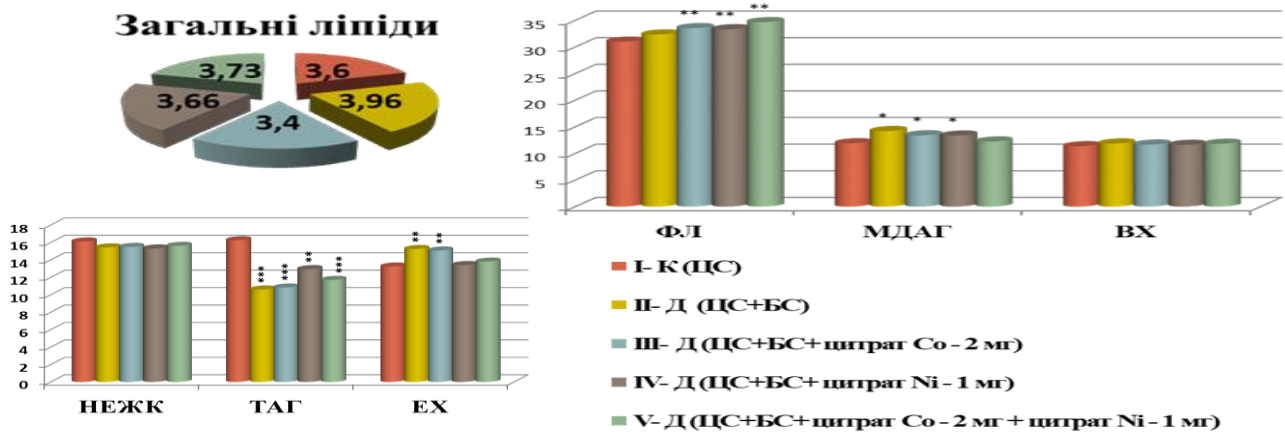


Рис. 2. **Вміст загальних ліпідів (г%) і співвідношення їх класів (%) у тканинах організму медоносних бджіл за підгодівлі їх цитратами Co і Ni та борошном сої, в умовах ентомологічних садків**

Примітка. На цьому і наступних рисунках: ФЛ – фосфоліпіди; МДАГ – моно- і диацилгліцероли; ВХ – вільний холестерол; НЕЖК – неетерифіковані жирні кислоти; ТАГ – триацилгліцероли; ЕХ – етерифікований холестерол.

Констатовано виражені зміни щодо вмісту моно- і диацилгліцеролів ($p < 0,05$) зі зростанням їх рівня у тканинах бджіл II, III і IV груп порівняно з контрольною групою, що вказує на більш інтенсивне енергетичне забезпечення їх тканин за введення до цукрового сиропу різних доз цитратів Co і Ni на тлі активних ліполітичних процесів, зумовлених деградацією депонованих у

адипоцитах жирового тіла триацилгліцеролів. Водночас зростання вмісту етерифікованого холестеролу у тканинах бджіл II і III груп може свідчити про вищу антиліполітичну активність ензимів, що регулюють процес його етерифікації за дії борошна сої та високої дози цитрату Co, і відсутність такого впливу меншої (1 мг) дози цитратів Co і Ni.

Застосування цитратів Co і Ni без борошна сої на другому етапі досліджень свідчить про більш виражений коригувальний вплив цих сполук на вміст окремих класів ліпідів у тканинах бджіл. Зокрема, аналіз результатів досліджень вказує на вірогідне зростання вмісту фосфоліпідів у тканинах бджіл III, IV і V дослідних груп, а також вільного холестеролу лише у III і IV ($p < 0,05$) та його зниження у зразках тканин бджіл V групи ($p < 0,001$). Відзначено зростання ($p < 0,01$) вмісту НЕЖК у II; III та IV дослідних групах порівняно з їх вмістом у зразках тканин бджіл контрольної групи. Ці дані узгоджуються з результатами вивчення відносного вмісту окремих класів ліпідів у тканинах бджіл за дії цитратів Co і Ni у поєднанні з борошном сої, що вказує на основну дію цитратів мікроелементів, а не сої.

Мінеральний обмін у тканинах організму та продукції бджіл за весняної підгодівлі борошном сої й цитратами Co і Ni. За умов підгодівлі бджіл борошном сої та цитратами Co і Ni встановлено вірогідно вищий вміст Co і Ni у тканинах організму II, III, V груп порівняно з контролем (рис.3).

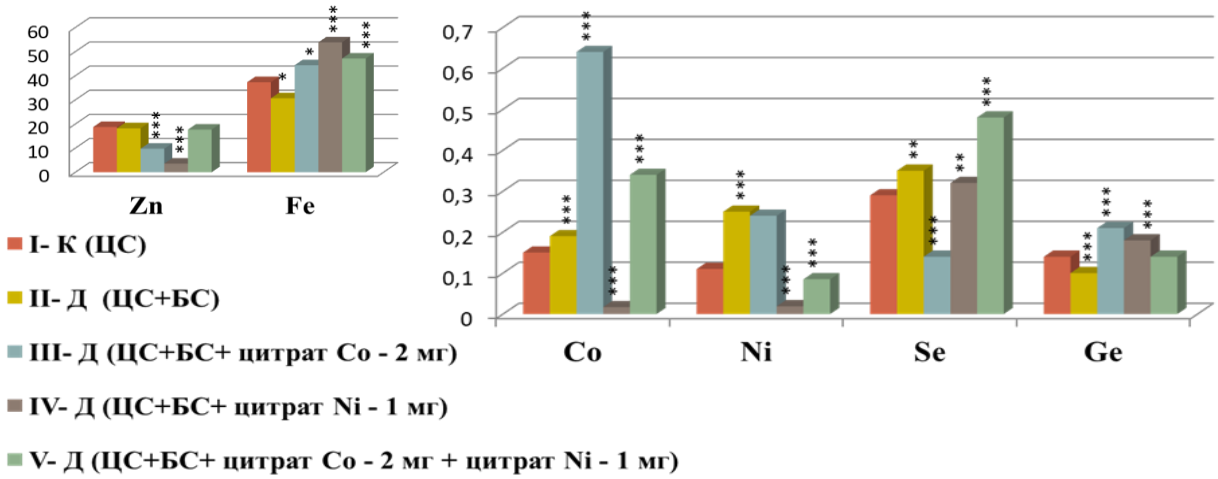


Рис. 3. **Вміст мінеральних елементів у тканинах організму бджіл за умов їх підгодівлі цитратами Co і Ni та борошном сої у весняний період, мг/кг**

Відзначено, що вища різниця концентрації Co у тканинах організму бджіл за додавання соєвого борошна і в поєднанні з цитратом Ni до сиропу може вказувати на безпосередню інгібувальну дію протеїнів сої на засвоюваність цього елемента в організмі бджіл. Нижчі концентрації Zn на тлі зростання вмісту Ge встановлено у бджіл III і IV дослідних груп, що, очевидно, пов’язане з синергічною та антагоністичною дією Co і Ni на обмін окремих елементів.

Дослідженнями окремих мікроелементів у стільниках відзначено вірогідну різницю вмісту Co, що свідчить про суттєвий рівень трансформації Co з його цитрату в організмі через восковидільні залози. Згодовування борошна сої та цитрату Ni сприяло вірогідному збільшенню Ni у зразках

стільників і перги в IV і V групах, але зменшенню Se ($p < 0,01–0,001$) у II, III і V групах щодо контролю. Характерні зміни вмісту Ge і Cu у стільниках і перзі бджіл дослідних груп вказують на інгібувальний вплив цитратів Co і Ni на рівень трансформації Ge та синергічну дію цих мікроелементів на вміст Cu у стільниках бджіл III–V груп. У зразках меду II–V груп бджіл відзначено зростання вмісту Co ($p < 0,001$), Cu ($p < 0,001$), Ni та Se (IV і V групи) порівняно з контролем. За результатами визначення показників фізіологічної активності меду відзначено міжгрупові вірогідні різниці досліджуваних величин. Зокрема, за умов згодовування добавок цитратів Co і Ni та борошна сої виявили вищий вміст проліну в меді II, III ($p < 0,01$), IV та V ($p < 0,01$) груп порівняно з контролем. Водночас у зразках меду II, III і IV груп відзначено вірогідно вищий рівень йонів водню, що вказує на стимулювальний вплив борошна сої та його поєднання з цитратами Co і Ni на мікробіологічні процеси в меді та його ферментативну активність у період дозрівання.

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

Вміст загальних ліпідів і жирних кислот у тканинах бджіл та їх продукції за весняної підгодівлі борошном сої та цитратами Co і Ni. Результати досліджень відображають вірогідні міжгрупові різниці вмісту як загальних ліпідів, так і їх окремих класів у гомогенатах тканин організму бджіл. Зокрема, відзначено вірогідно вищий вміст загальних ліпідів у бджіл II, III, IV і V дослідних груп порівняно з контрольною. Більш виражені відмінності спостерігаються у бджіл, які отримували з компонентами підгодівлі борошно сої (II група) та його поєднання з цитратом Co (III група) і цитратом Ni (IV група). Зокрема, компоненти підгодівлі зумовлювали підвищення відносного вмісту етерифікованого холестеролу ($p < 0,001$) в ліпідах тканин бджіл II – V груп, вільного холестеролу — тільки для IV, а триацилгліцеролів – V групи, але нижчий рівень фосфоліпідів, моно- і диацилгліцеролів та НЕЖК. Очевидно, внесення до компонентів підгодівлі цитратів Co і Ni стимулювало розщеплення з участю фосфоліпаз цих класів ліпідів корму, а також посилювало використання їх у метаболічних процесах організму за умов інтенсивного фізичного навантаження бджіл у період активного медозбору. Це зумовлювало зниження відносного вмісту фосфоліпідів, моно- і диацилгліцеролів у тканинах, у т. ч. в жировому тілі організму бджіл. 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 організму бджіл, проте поєднане застосування цих сполук не підсилює 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 зі ступенем ненасиченості цих кислот та їх рівнем у ліпідах.

Мінеральний склад тканин організму та продукції бджіл за підгодівлі цитратами Co і Ni у весняний період. Аналіз даних вказує на суттєві

міжгрупові відмінності вмісту макро- і мікроелементів у тканинах бджіл у період весняної підгодівлі цитратами Co і Ni. Зокрема, внесення до 0,3 л цукрового сиропу 2 мг Ni цитрату, зумовлювало вищий вміст Fe та Ni у тканинах організму бджіл II групи на тлі нижчого рівня Zn і Co ($p < 0,05$) порівняно з контролем (рис. 4).

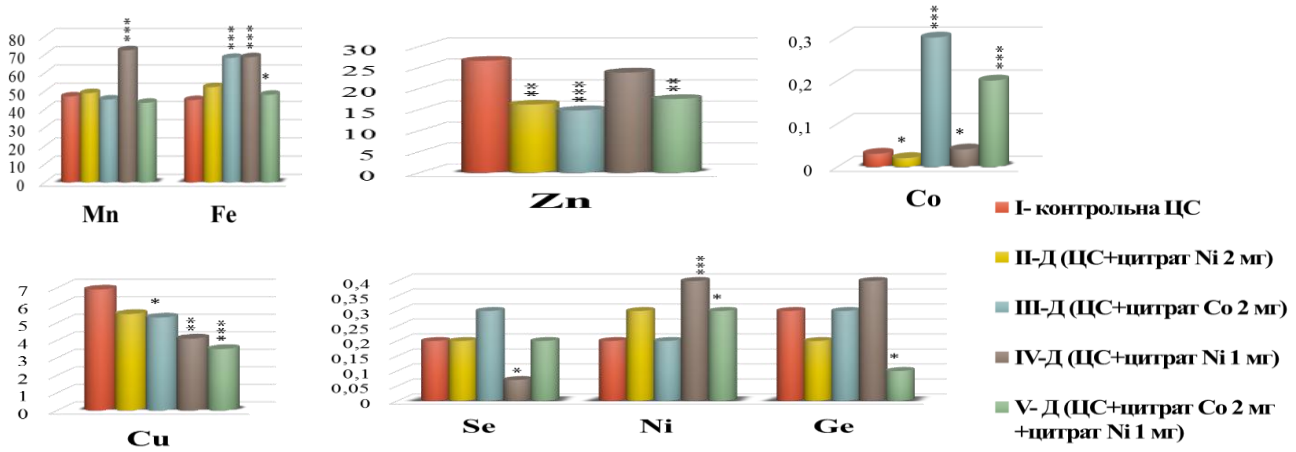


Рис. 4. **Вміст мінеральних елементів у тканинах бджіл за умов їх підгодівлі цитратами Co і Ni у весняний період, мг/кг**

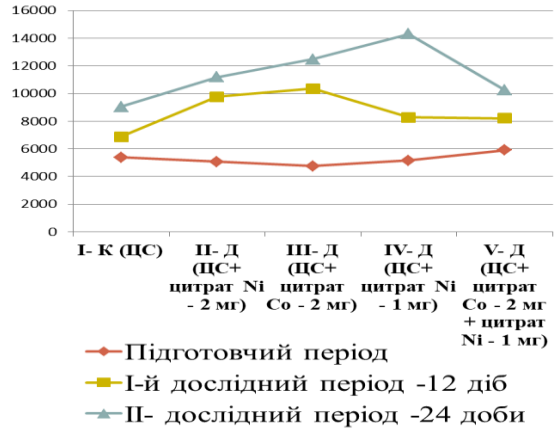
Характерно, що як роздільне, так і поєднане додавання цитратів Ni і Co, зумовлювало односпрямовані зміни щодо вмісту Zn, Fe і Ni у тканинах бджіл всіх чотирьох дослідних груп з підвищенням рівня Fe і Ni та зниженням Zn і Cu. Тоді як вміст Co був вірогідно вищим у тканинах бджіл, яким згодовували 2 мг Co (III), 1 мг Ni (IV) та їх суміш у V групі, але рівень Co був нижчим на 50 % у II групі з додаванням 2 мг Ni.

Результати дослідження мінерального складу продукції бджіл показали вищий вміст Mn і Fe ($p < 0,001$) у перзі II, III (крім Mn), IV і V груп на тлі нижчого рівня Cu ($p < 0,001$) порівняно з контролем. Поєднане внесення 1 мг Ni і 2 мг 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. Додавання 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. У зразках стільників спостерігали вірогідне збільшення вмісту Mg, Zn, Fe, Ge (крім IV групи), Co, Cu, Ni у зразках із дослідних груп. Однак відзначено суттєве зниження вмісту Se ($p < 0,001$) у стільниках дослідних груп щодо контрольної групи. У зразках меду вірогідно ($p < 0,01–0,001$) підвищувався вміст Zn, Cu, Fe, Co та Ni, а Mg — тільки в III групі на тлі зниження вмісту Se порівняно з контрольною групою. Біологічна дія цитратів Co і Ni у бджіл характеризувалася поліпшенням харчової цінності меду і його збереженості з підвищенням вмісту проліну та концентрації йонів водню.

Інтенсивність яйцекладки бджолиних маток за весняної підгодівлі бджолосімей цитратами Co і Ni. 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 штук у III групі до 492 штук у V групі (рис. 5).

Кількість відкладених яєць бджолиними матками за дослідний період, штук



Середньодобова кількість відкладених яєць бджолиними матками, штук

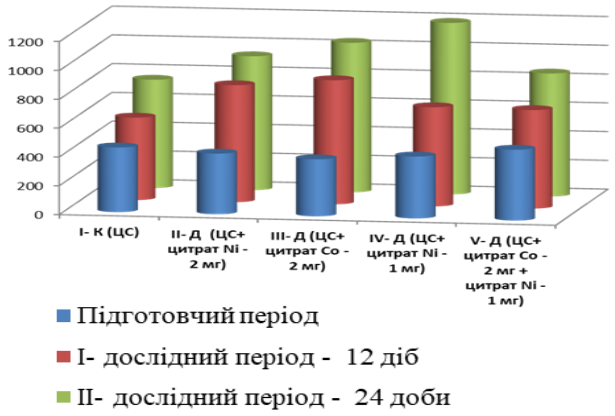


Рис. 5. **Динаміка яйцекладки бджолиних маток за весняної підгодівлі бджолосімей цитратами Co і Ni, кількість яєць на матку /добу**

У перший 12-добовий період згодовування цитратів Co і Ni 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, у контрольній групі збільшилася до 753 (67,7 %). Однак у II–IV групах їх кількість зросла більш ніж удвічі і становила 931, 1039 і 1192 штук відповідно. Менша інтенсивність відкладання яєць матками відзначена в V групі – 855 (13,5 %) щодо контролю. Середня кількість відкладених яєць однією маткою за добу у 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 показник підготовчого періоду в 2,2–2,7 раза, тоді як в контрольній і V дослідній – у 1,7 раза. Отже, додавання цитратів Co і Ni до сиропу весняної підгодівлі бджіл, підвищує інтенсивність відкладання яєць бджолиними матками на 13,5 %, що більш виражено в другому 12-добовому періоді.

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 бджіл спостерігали різницю за вмістом загальних ліпідів і виражені вірогідні міжгрупові відмінності відносного рівня окремих їх класів у тканинах організму бджіл дослідних груп. Відзначено зростання фосфоліпідів ($p < 0,001$) у тканинах II–V дослідних груп порівняно з контролем. Рівень НЕЖК і триацилгліцеролів був вищим ($p < 0,001$), що може вказувати на корегувальний вплив різних кількостей цитратів Co і Ni на метаболізм цих фракцій ліпідів в організмі бджіл. У

тканинах організму бджіл дослідних груп відзначено вірогідно нижчий вміст вільного (крім III групи) і етерифікованого холестеролу порівняно з контролем.

Дослідження вмісту ліпідів у перзі бджіл показало вірогідну різницю щодо відносного вмісту окремих їх класів. Зокрема, відзначено зниження фосфоліпідів ($p < 0,001$) у перзі II і III груп, проте більше виражені різниці за їх вмістом виявлено у IV і V групах порівняно з контролем. Вірогідну різницю спостерігали і за кількістю триацилгліцеролів, а саме: у II і III групах їх вміст зріс, але вищим рівнем характеризувалася перга бджіл IV і V груп, що, очевидно, зумовлено впливом ліпідних компонентів перги. Водночас відзначено зростання НЕЖК ($p < 0,001$) і етерифікованого холестеролу ($p < 0,001$) у зразках перги дослідних груп.

Аналіз результатів дослідження показав вірогідні зміни за вмістом окремих класів ліпідів у бджолиних стільниках дослідних груп порівняно з контролем. Відзначено нижчий вміст моно- і диацилгліцеролів ($p < 0,01$) (крім V групи), вільного холестеролу ($p < 0,01–0,001$) та НЕЖК на тлі зростання вмісту триацилгліцеролів ($p < 0,001$) та етерифікованого холестеролу ($p < 0,05–0,01$) у бджолиних стільниках дослідних груп порівняно з контролем.

Мінеральні елементи тканин організму та продукції бджіл за підгодівлі цитратами Co і Ni у літньо-осінній період. Уведення цитратів Co і Ni до сиропу для підгодівлі бджіл у літньо-осінній період зумовлювало вірогідні зміни вмісту мінеральних елементів у тканинах їх організму (рис. 6).

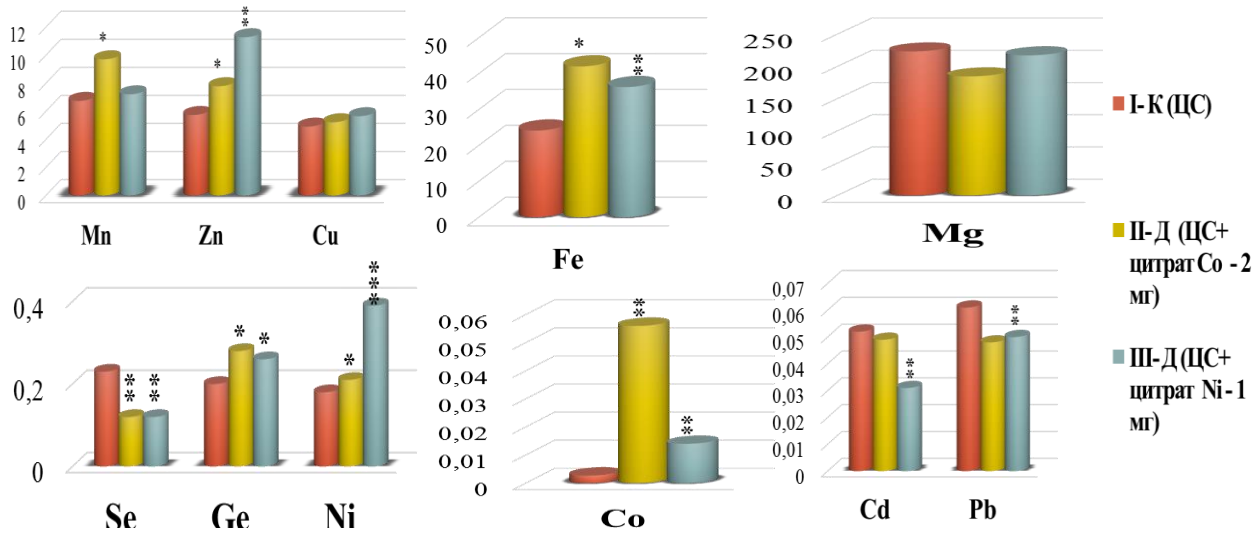


Рис. 6. **Вміст мінеральних елементів у тканинах бджіл за умов їх підгодівлі цитратами Co і Ni у літньо-осінній період, мг/кг**

Зокрема, додавання 2 мг Co до сиропу підгодівлі супроводжувалось підвищенням умісту Fe, Mn, Co ($p < 0,01$), Zn, Ni і Ge ($p < 0,05$) у тканинах бджіл II дослідної групи. Однак рівень Se , Cd і Pb у тканинах бджіл цієї групи знижувався ($p < 0,01$). Підгодівля бджіл III групи сиропом із додаванням 1 мг Ni зберігала вищий рівень Zn, Fe, Co ($p < 0,01$), Ni ($p < 0,001$) і Ge ($p < 0,05$), а не вірогідно – Mn і Cu на тлі нижчого вмісту Pb, Cd і Se ($p < 0,01$) у тканинах бджіл.

За результатами досліджень вмісту мінеральних елементів у стільниках встановлено зростання концентрації Fe ($p < 0,05$), Cu та Ni у зразках стільників

II і III груп порівняно з контролем. Відзначено нижчу концентрацію Pb у 1,2 раза − у II і III групах ($p < 0,001$) і вміст Cd − у 1,2 раза – у III ($p < 0,001$); у 1,8 раза – II групі ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою. Згодовування з цукровим сиропом різної кількості цитратів Ni і Co зумовлювало неоднакові відмінності вмісту окремих мінеральних елементів у меді. Зокрема, підвищувався вміст Fe ($p < 0,001$), Cu та Zn у зразках меду бджіл II і III груп.

За результатами дослідження фізико-хімічних показників меду відзначено вищий вміст проліну та масової частки води в меді II і III дослідних груп. Тоді як рівень діастазного числа був на рівні контролю. У зразках меду дослідних груп відзначено вірогідно вищий рівень йонів водню у II і III дослідних групах ($p < 0,001$), що вказує на стимулювальний вплив цитратів Co і Ni на мікробіологічні процеси в меді, а також на його ферментативну активність у період дозрівання.

Особливості метаболізму ліпідів у тканинах організму та вміст їх у продукції бджіл за умов підгодівлі цитратами Co та Ni у літньо-осінній період. Аналіз одержаних результатів досліджень вказує на ($p < 0,05$) зниження вмісту загальних ліпідів у тканинах бджіл II групи, тоді як у III дослідній групі показники їх вмісту були на рівні контролю. Більш виражені зміни виявлено щодо вмісту окремих класів ліпідів, вірогідність міжгрупових різниць яких фіксували у бджіл II і III дослідних груп. Зокрема, відзначено зростання вмісту фосфоліпідів ($p < 0,01$) і вільного холестеролу ($p < 0,05$) у тканинах III групи на тлі зниження вмісту моно- та диацилгліцеролів, триацилгліцеролів і етерифікованого холестеролу.

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

Отже, підгодівля бджіл цитратами Co і Ni у літньо-осінній період зумовлювала нагромадження фосфоліпідів, НЕЖК та етерифікованого холестеролу й посилювала його етерифікацію під час синтезу компонентів воску.

ВИСНОВКИ

У дисертації розв’язано завдання щодо удосконалення компонентного складу підгодівлі медоносних бджіл у весняний і літньо-осінній періоди зі застосуванням різних доз цитратів Co і Ni, як нових, не вивчених сполук. З використанням сучасних методів фізіолого-біохімічних досліджень з’ясовано вплив цитратів Co і Ni 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 бджолиних маток. Науково обґрунтовано введення в підгодівлю медоносним бджолам фізіологічно активних доз цитратів Co і Ni, одержаних із використанням нанотехнології.

1. Підгодівля медоносних бджіл цитратами Co і Ni та борошном сої в умовах утримання в ентомологічних садках сприяє зниженню ($p < 0,01–0,001$) вмісту Fe, Cu та підвищенню ($p < 0,01$) вмісту Co і Ni у тканинах бджіл. Підгодівля бджіл цитратами Co (2 мг) та Ni (1 мг) зумовлює підвищення вмісту Fe і Co та зниження Cu, Zn і Ni у тканинах бджіл.

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

3. Уведення цитратів Co (2 мг) і Ni (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 цитратів Co і Ni 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 вищий вміст у тканинах організму загальних ліпідів ($p < 0,01$) зі змінами співвідношення їх класів, моно- і поліненасичених жирних кислот, а також жирних кислот родини n 3 до родини n 6.

5. 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 виявляє менший стимулювальний вплив на інтенсивність відкладання яєць матками бджіл, ніж їх застосування окремо.

6. Фізіологічний вплив цитратів Co (2 мг) і Ni (1 мг) за згодовування у весняний період характеризується високим вмістом у тканинах бджіл загальних ліпідів, фосфоліпідів, триацилгліцеролів ($p<0,001$) на тлі 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. Підгодівля цитратів Co (2 мг) і Ni (2 і 1 мг) у весняний період підвищує ($p < 0,01–0,001$) вміст Mg і Fe у тканинах організму бджіл на тлі зменшення Zn і Cu, у перзі − вміст Mg, Fe, Ge ($p < 0,05–0,001$), у стільниках − Mg, Zn, Fe, Ge, Co ($p < 0,001$). Поєднана підгодівля бджіл цитратами Co (2 мг) і Ni (1 мг) знижує ($p < 0,01–0,001$) вміст у тканинах їх організму Zn, Cu, Mg, Ge; у перзі − Mg, Cu, Ge; підвищує вміст Mg, Zn, Ge у стільниках. Біологічна дія цитратів Co і Ni характеризується поліпшенням харчової цінності меду і його збереженості зі збільшенням вмісту проліну та концентрації йонів водню.

8. Роздільна і поєднана підгодівля бджіл у літньо-осінній період цитратами Co і Ni 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. У стільниках і меді встановлено зростання вмісту Fe ($p < 0,05$), Cu, Ni та зниження Zn.

9. Підгодівля медоносних бджіл у літньо-осінній період цитратами Co і Ni забезпечує вищий вміст фосфоліпідів, триацилгліцеролів, вільного холестеролу на тлі зменшення моно- і диацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу ($p < 0,01$) у тканинах організму. У стільниках знижується 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 бджолиних маток у весняно-літній період рекомендується використовувати у підгодівлі цитрати Co (2 мг Co) або Ni (1 мг Ni) на 300 мл цукрового сиропу, що забезпечує високу інтенсивність яйцекладки, оптимізацію вмісту в тканинах організму та продукції мінеральних елементів і ліпідних компонентів. Результати дисертаційних досліджень доцільно використовувати у вищих навчальних закладах для формування навчальних програм з дисциплін «Фізіологія тварин», «Бджільництво».

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 Co та Ni. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. 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 Co, Ni, Ag, і Cu. *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 Co та Ni. *Біологія тварин. Львів, 2018; 20 (3): 84−92.* (*Здобувачка проаналізувала та узагальнила літературні джерела, взяла участь в 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. Ґжицькогою Львів, 2019; 20(19): 60-64.* (*Здобувачка провела дослідження вмісту мікроелементів, узагальнила отримані дані, 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 Co та Ni у весняний період. *Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин НААН та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. Львів, 2015; 16 (2): 55−61. (Здобувачка спільно зі співавторами провела дослідження, проаналізувала 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 Co і Ni. *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. Вплив цитратів Co і Ni 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 у 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 й 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 Co і Ni 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 та узагальнила 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. Львів, 2016; 31. (*Здобувачка брала участь у 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 Co та Ni. *Біологія тварин. 2015; 17 (3): 213. (Здобувачка проаналізувала та узагальнила літературні джерела, взяла участь у 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 Co і Ni. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин», Львів, 2016: 39.* (*Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень вмісту мікроелементів, узагальнила 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 Co. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин». Львів, 2016: 40.* (*Здобувачка виконала експериментальну частини дослідження і взяла участь у написанні тез).*

14.Федорук Р. С., **Пащенко А. Г.,** Ковальчук И. И., Романив Л. И. Интенсивность откладывания яиц пчелиными матками в весенний период при скармливании их семьям цитратов Co и Ni с сахарным сиропом. *Collection of works of scientific symposium with international participation „Zootechnycal science – an important factor for the european type of the agriculture", Moldova, Maximovca, 2016; 774–779.* (*Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень, узагальненні та аналізі отриманих даних, 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 Co та Ni. *Біологія тварин, 2016; 18(4): 174. (Здобувачка взяла участь у проведенні досліджень ліпідного складу тканин і продукції бджіл та 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 Co та Ni. *Біологія тварин. 2016; 18(4): 180. (Здобувачка провела експериментальні дослідження, проаналізувала й узагальнила результати, взяла 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 Co та Ni в умовах термостату. *Біологія тварин. 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 та підготувала тези до друку).*

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 И. И. 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 Co і Ni 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. (Здобувачка 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. 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 Co і Ni. *Матеріали 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 й 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, 2018; 85-86.*

АНОТАЦІЯ

Пащенко А.Г. Мікроелементи та ліпіди тканин і продукції бджіл за підгодівлі цитратами Co і Ni та борошном сої. — На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата ветеринарних наук за спеціальністю 03.00.13 — фізіологія людини і тварин. Інститут біології тварин НААН, Львів, 2019.

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

Уперше визначено схему додавання цитратів Co і Ni, 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 Co і Ni 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.

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

АННОТАЦИЯ

Пащенко А. Г. Микроэлементы и липиды тканей и продукции пчел при подкормке цитратами Co и Ni и мукой сои. — На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук по специальности 03.00.13 — физиология человека и животных. Институт биологии животных НААН, Львов, 2019.

Диссертационная работа посвящена исследованию влияния цитратов Co и Ni, полученных нанотехнологической методом, и муки сои на содержание отдельных минеральных элементов и липидов в тканях организма и продукции медоносных пчел, а также на репродуктивную функцию маток в весенний и летне-осенний периоды; выяснению механизмов стимулирующего влияния цитратов Co и Ni на жизнеспособность медоносных пчел, сезонных особенностей метаболизма микроэлементов и липидов в тканях их организма, содержание этих веществ в продукции.

Впервые определена схема добавления цитратов Co и Ni к сахарному сиропу, как компонентов подкормки медоносных пчел. Доказано, что эти соединения активизируют метаболизм микроэлементов и липидов в тканях организма, улучшают качественные показатели пчелопродукции и повышает интенсивность откладывания яиц пчелиными матками.

Установлено, что совместимость цитратов Co, Ni и муки сои, как источника липидов, белков, характеризуется комплекснцым биологическим действием в определенные критические периоды содержание пчелиных семей.

Полученные результаты использованы для оптимизации компонентов подкормки медоносных пчел и совершенствования способа повышения репродуктивной функции их маток в весенний период.

Ключевые слова: пчелы, микроэлементы, липиды, кобальт, никель, нанотехнология, ткани, соты, перга, мед, яйцекладка.

ANNOTATION

Pashchenko A. G. Trace elements and lipids of bee tissues and products at feeding Ca 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 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.

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. 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 application of Co and Ni citrates in the spring period led to a a probable 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/0.3 L/week/family against the background of a decrease in the content of Se ($p < 0.001$ and $p < 0.01$). 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 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 probable differences between the lower contents of Zn, Ni, Pb and Cd were established on the background of higher content of Fe, Cu and Cr ($p < 0.05$-0.001). 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).

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