

УДК 638.12:612.397:57.086.8

ВПЛИВ ЦИТРАТІВ ГЕРМАНІЮ ТА СЕЛЕНУ НА ВМІСТ ЛІПІДІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНІЗМІ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ

R. S. Fedoruk, I. I. Kovalchuk, L. I. Romaniv, M. I. Xrabko
inenbiol@mail.lviv.ua

Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38; м. Львів, 79034, Україна

Подані дані про вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у тканинах медоносних бджіл за умов підгодівлі сиропом з добавкою цитратів германію та германію з селеном. Встановлено вірогідні відмінності фракційного розподілу ліпідів і вмісту Cu, Ni та Cd у тканинах медоносних бджіл дослідних груп порівняно до контрольної.

Дослідження проведено у літній період на трьох групах медоносних бджіл, по 3 вулики в кожній. I контрольна — з підгодівлею 1000 мл чистого цукрового сиропу/тиждень, II група додатково до 1000 мл цукрового сиропу включено 0,5 мг Германію у вигляді цитрату, III група — отримувала 0,3 мг Германію і 0,2 мг Селену цитрату на 1000 мл сиропу/тиждень впродовж 30 днів. Екстрагування загальних ліпідів у зразках тканин медоносних бджіл проводили за методом Фолча, а їх кількість визначали гравіметричним методом. Концентрацію окремих важких металів (Fe, Cu, Ni, Cr, Zn, Pb і Cd) визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК.

За умов підгодівлі медоносних бджіл цукровим сиропом і добавок цитратів германію та селену спостерігали вірогідно вищий вміст загальних ліпідів у тканинах бджіл II та III груп ($p < 0,05$). Крім того, встановлено виражені різниці щодо співвідношення окремих класів ліпідів у тканинах бджіл дослідних груп, а саме: вірогідно вищий відносний вміст фосфоліпідів, НЕЖК, на тлі зменшення кількості вільного та етерифікованого холестеролу ($p < 0,01$) у бджіл III групи. Встановлені зміни вмісту загальних ліпідів та їхніх фракцій в організмі бджіл за умов згодовування цитратів германію та селену свідчать про вплив цих сполук на метаболізм ліпідів у тканинах бджіл.

Згодовування з цукровим сиропом цитратів германію та селену відзначається їхнім антагоністичним впливом на рівень окремих важких металів (Fe, Cr, Ni, Pb, Cd) у тканинах бджіл. Встановлено вірогідно нижчий вміст Fe та Cd у тканинах бджіл II та Ni — III дослідних груп на тлі вищого рівня у них Cu.

Отримані результати свідчать про позитивні зміни щодо вмісту окремих фракцій ліпідів, що посилюють процеси метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів трофічного ланцюга, а також про оптимізацію обміну мінеральних елементів зі зниженням рівня важких металів в організмі бджіл. Ці дані вказують на доцільність використання добавок цитратів германію і селену з метою корекції ліпідного і мінерального живлення медоносних бджіл.

Ключові слова: БДЖОЛИ, ТКАНИНИ, ЦИТРАТИ ГЕРМАНІЮ І СЕЛЕНУ, ЛІПІДИ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, ГЛІКОГЕН

INFLUENCE OF GERMANIUM CITRATE AND SELENIUM ON LIPID AND HEAVY METALS CONTENT IN MELLIFEROUS BEES' ORGANISM

R. S. Fedoruk, I. I. Kovalchuk, L. I. Romaniv, M. I. Xrabko
inenbiol@mail.lviv.ua

Institute of Animal Biology NAAS, st. Vasyl Stus, 38, Lviv, 79034, Ukraine

Data is presented on total proteins content and correlation of their separate classes in the melliferous bees' tissues at feeding them syrup with germanium citrate and germanium with selenium

addition. Probable differences between fraction division of lipids and Cu, Ni and Cd content in melliferous bees' tissues of the experimental groups in comparison to control were established.

Researches were conducted in summer in three groups of melliferous bees three hives each. 1st control group was fed 1000 ml of pure sugar syrup per week; 2nd group in addition to 1000 ml of pure sugar syrup obtained 0.5 mg Germanium in citrate form; 3rd group obtained 0.3 mg of Germanium and 0.2 of Selenium on 1000 ml of sugar syrup per week during 30 days. Total lipids extraction in the melliferous bees' tissues samples was conducted according to Folch method and their quantity was determined by gravimetric method. Concentration of separate heavy metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Zn, Pb i Cd) was determined on atomic absorption spectrophotometer SF-115 PK.

Probably higher total proteins in bees' tissues of the 2nd and 3rd group ($p < 0.05$) was observed after feeding melliferous bees sugar syrup and Germanium citrate and Selenium addition. Moreover expressed differences in correlation of the separate classes of lipids in experimental groups' bees' tissues was established. Including — probably higher relative content of phospholipids, non-etherified fatty acids on the background of free and etherified cholesterol ($p < 0.01$) level decrease in the 3rd group bees. The established changes in total lipids and their fractions content in the bees' organism at feeding them Germanium and Selenium citrates indicate the influence of these compounds on the lipids metabolism in the bees' tissues.

Feeding Germanium and Selenium citrate with sugar syrup is marked with their antagonistic influence on separate heavy metals (Fe, Cr, Ni, Pb, Cd) level in bees' tissues. Probably lower content of Fe and Cd was established in experimental group bees' tissues on the background of higher Cu level.

Obtained results witness about positive changes in the content of separate lipid fraction including processes of metabolic accumulation of energetic and plastic components of the food chain and also mineral elements metabolism in bees' organism. This proves the necessity of using Germanium and Selenium citrate additions for correction of melliferous bees mineral nutrition.

Keywords: BEES, TISSUES, GERMANIUM AND SELENIUM CITRATES, LIPIDS, HEAVY METALS, GLYCOGEN

ВЛИЯНИЕ ЦИТРАТОВ ГЕРМАНИЯ И СЕЛЕНА НА СОДЕРЖАНИЕ ЛИПИДОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

Р. С. Федорук, И. И. Ковальчук, Л. И. Романив, М. И. Храбко
inenbiol@mail.lviv.ua

Институт биологии животных НААН, ул. В. Стуса, 38; г. Львов, 79034, Украина

Представлены данные о содержании общих липидов и соотношении отдельных их классов в тканях медоносных пчел при подкормке сиропом с добавкой цитратов германия и германия с селеном. Установлены достоверные отличия фракционного распределения липидов и содержания Fe, Cu, Ni и Cd в тканях медоносных пчел опытных групп по сравнению с контрольной.

Исследование проведено в летний период на четырех группах медоносных пчел, по 3 улья в каждой. I контрольная — с подкормкой каждой пчелосемьи 1000 мл чистого сахарного сиропа/нед., II группа дополнительно к 1000 мл сахарного сиропа включено 0,5 мг германия в виде цитрата, III группа — получала 0,3 мг германия и 0,2 мг селена цитрата на 1000 мл сиропа/нед. в течении 30 суток. Экстрагирование общих липидов в образцах тканей медоносных пчел проводили по методу Фолча, а их количество устанавливали гравиметрическим методом. Концентрацию отдельных тяжелых металлов (Fe, Cu, Ni, Cr, Zn, Pb и Cd) определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре СФ-115 ПК.

При подкормке медоносных пчел сахарным сиропом и добавке цитратов германия и селена наблюдали достоверно большее содержание общих липидов в тканях пчел II и III групп ($p < 0,05$). Кроме того, установлены различия в соотношении отдельных классов липидов в тканях пчел опытных групп, а именно: достоверно большее относительное содержание фосфолипидов, НЭЖК, на фоне низшего уровня свободного и этерифицированного холестерина ($p < 0,01$) у пчел III группы. Установленные изменения содержания общих липидов и их фракций в организме пчел в условиях

скармливання цитратов германія і селена можуть указувати на вплив цих сполучень на метаболізм ліпідів в тканин пчел.

Скармливание с сахарным сиропом цитратов германія і селена супроводжується антагоністическим впливом на рівень окремих важких металів (Fe, Cr, Ni, Pb, Cd) в тканин пчел. Установлено достовірно меншеє содержание Fe і Cd в тканин пчел II і Ni — III опытных групп при вишем уровне в них Si.

Полученные результаты свидетельствуют об изменениях в содержании отдельных фракций липидов, что усиливает процессы метаболического накопления энергетических и пластических компонентов трофической цепи, а также об оптимизации обмена минеральных элементов со снижением уровня тяжелых металлов в организме пчел. Эти данные указывают на целесообразность использования добавок цитратов германія і селена для коррекции липидного и минерального питания медоносных пчел.

Ключевые слова: ПЧЕЛЫ, ТКАНИ, ЦИТРАТЫ ГЕРМАНИЯ И СЕЛЕНА, ЛИПИДЫ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ГЛИКОГЕН

Динаміка вмісту ліпідів та інтенсивність їх обміну в організмі бджіл є важливими показниками, які характеризують його функціональний стан. Варто зазначити, що ліпіди і жироподібні речовини надходять в організм медоносних бджіл з пергою та молочком, ліпідний і мінеральний склад яких визначається видом рослин, але суттєво залежить і від агроекологічних умов довкілля, що необхідно враховувати для формування компонентів підгодівлі бджіл [1].

Нанотехнології на сьогоднішній день є одним з найперспективніших напрямів розвитку вітчизняної та світової науки [2–4]. У ветеринарній медицині препарати, які розроблені на основі наночастинок, успішно використовують для діагностики, лікування та профілактики захворювань різної етіології. Особливої уваги заслуговують наночастинок біогенних металів у складі кормових добавок у раціонах тварин і птиці. Додавання макро- та мікроелементів тваринам у формі карбоксилатів їхніх наночастинок має низку переваг: такі органічні сполуки біометалів володіють високою біологічною дією, вони більш повно засвоюються організмом і активно використовуються у процесах обміну речовин. Слід відмітити надзвичайно важливий подвійний біологічний ефект за умови використання карбоксилатів таких металів, як Аргентум, Купрум, Цинк, Магній, Кобальт, Германій, Селен. Доведена доцільність їхнього застосування

не тільки з метою одержання біоцидного ефекту, але і як потужних мікроелементних сполук, що набагато ефективніші, ніж мікроелементи у класичному іонізованому вигляді [3]. Цитрати мінеральних речовин є безпечними для здоров'я і дозволені для застосування в харчових продуктах, у т.ч. бджільництва та для дитячого харчування [4].

У вітчизняній та зарубіжній практиці ведення бджільництва, для підвищення якості росту і розвитку бджолосімей у весняний та осінній періоди, широко застосовують штучну підгодівлю [5]. Додавання до корму бджіл сполук окремих елементів, як метаболічних стимуляторів органічного та неорганічного походження, впливає на корекцію фізіолого-біохімічних процесів і підвищує продуктивність та резистентність медоносних бджіл. До таких мінеральних компонентів відносяться Кобальт, Цинк, Магній, Германій та Селен [6].

Фізіологічна роль більшості біогенних елементів вивчена, тоді як вплив Германію на обмін речовин, життєві функції в організмі тварин, у т.ч. бджіл, досліджені недостатньо. Не з'ясований фізіологічний вміст цього елемента в компонентах харчування бджіл та їхньої продукції. Не вивчені механізми позитивних ефектів на ріст і розвиток личинок бджіл, їхні відтворювальні та продуктивні якості. У той же час аналіз літератури показує, що Германій володіє широким спектром біологічної дії, запобігає старінню і загибелі клітин організму та сприяє виведенню з організму

токсинів і нівелює негативний вплив факторів зовнішнього середовища [7]. Цей елемент відіграє важливу роль у формуванні резистентності організму [8].

На сьогодні розроблено різні способи, у т.ч. нанотехнологічні отримання органічних сполук Германію. У результаті досліджень встановлено, що такий органічний Германій сприяє індукції гамма інтерферонів з пригніченням процесів розмноження клітин, які швидко діляться. Вони також активують імуноспецифічні клітини (Т-кілери). Доведено, що стимулюючи дію Германію через інтерферони на рівні організму зумовлюють його імуномодулюючі і радіозахисні функції [9]. Поряд з тим Германій має яскраво виражену здатність доставляти кисень в будь-яку точку організму та забезпечувати його взаємодію з іонами водню. В основі дії органічного Германію при взаємодії його з іонами H⁺ лежить реакція дегідрогенізації [10].

У свою чергу, Селен є сильнодіючим антиоксидантом. Він входить до складу глутатіонпероксидази, яка запобігає утворенню вільних радикалів. Активність цього ензиму у тканинах організму залежить від кількості спожитого Селену, який виконує захисні функції в організмі. Для нього характерна активна участь в окисно-відновних і антиоксидантних процесах, диханні клітин, а також в синтезі специфічних функціональних білків, що містять селеніди [11]. Дефіцит цього елемента підсилює продукцію активних форм кисню, синтез тромбоксанів, збільшує агрегацію тромбоцитів та інгібує продукцію простагліцину — чинника захисту ендотелію [12]. Селен підсилює імунний захист організму, сприяє збільшенню тривалості життя. Цей елемент активізує клітинну, гуморальну і фагоцитарну ланки імунітету, сприяє підвищенню неспецифічної резистентності організму [12]. Доказом важливої ролі вказаного елемента в імунній відповіді організму є наявність його в значних кількостях в імунокомпетентних органах — селезінці, печінці, лімфовузлах.

При дефіциті Селену відмічають зниження функціональної активності нейтрофілів та їх кількості, збільшення титру антитіл до бактеріальних і грибкових антигенів, зниження активності клітин природних кіллерів. Встановлена також здатність Селену збільшувати в організмі кількість Т-лімфоцитів [13]. Т-клітини найбільш чутливі до дії вільних радикалів, оскільки їхня мембрана більше насичена ліпідами. На плазматичній мембрані Т-лімфоцитів міститься монооксигеназна система з цитохромом P₄₅₀. Стимулюючи цю систему, селенові препарати, що містять органічний Селен, впливають на проліферативні процеси Т-клітин. Крім цього, доведено, що Селен здійснює стимулюючу дію на ріст і розвиток комах, в т.ч. медоносних бджіл [14, 15].

Глікоген, як полісахарид, що синтезується організмом і депонується у всіх його органах і тканинах є одним із важливих тестів у виявленні енергетичного ресурсу організму бджіл. Його кількість коливається залежно від фізіологічного стану організму медоносних бджіл. Прийнято вважати, що глікоген є вуглеводним резервом, який накопичується головним чином у клітинах жирового тіла і відіграє важливу роль в процесах метаморфози комах. Основною функцією його є відновлення структурних пошкоджень в клітинах і тканинах, забезпечення мікробібрацій грудних м'язів при підтримці температурного режиму в зоні виховання розплуду [16].

У зв'язку з цим, науково-практичний інтерес представляє вивчення впливу різного рівня Германію та Германію з Селеном у компонентах підгодівлі медоносних бджіл на ліпідний склад тканин організму та вміст у них важких металів і глікогену.

Матеріали і методи

Дослідження проведені на приватній пасіці с. Кореличі Перемишлянського району. Досліджено вплив цитратів германію та селену, одержаних на основі нанотехнологій, за їхнього введення до компонентів підгодівлі бджіл у весняно-

літній період. Для проведення дослідження відібрано три групи бджолиних сімей: I контрольна — з підгодівлею 1000 мл чистого цукрового сиропу/тиждень, II група — додатково до 1000 мл сиропу/тиждень включено 0,5 мг германію у вигляді цитрату, III група отримувала цитрати германію і селену в кількості 0,3 мг Германію і 0,2 мг Селену на 1000 мл сиропу/тиждень. Підгодівлю бджіл здійснювали впродовж 30 діб.

Для дослідження у весняно-літній період підгодівлі відбирали зразки тканин цілого організму робочих бджіл з визначених 3 вуликів однієї групи. Зразки відбирали в кількості 90–100 бджіл з кожної групи бджолосімей, по 30–35 комах з вулика, які використовували для приготування гомогенатів з цілого організму.

У зразках тканин медоносних бджіл визначали: вміст важких металів (Cu, Zn, Fe, Cr, Ni, Pb, Cd) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ 115-ПК, загальних ліпідів за методом Фолча [17]. 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. Вміст глікогену у тканинах цілого організму медоносних бджіл визначали за методом Гугушвілі Н.Н. [18].

Одержані числові дані опрацьовані за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL 7.

Результати й обговорення

Аналіз даних проведених досліджень свідчить про незначні зміни вмісту загальних ліпідів у тканинах цілого організму медоносних бджіл дослідних груп порівняно до контролю у період згодовування з цукровим сиропом цитратів германію та селену (табл. 1). Зокрема, встановлено вірогідно вищий вміст загальних ліпідів у тканинах медоносних

бджіл II і III груп, що свідчить про однаковий стимулюючий вплив застосованих концентрацій добавок германію і його поєднання з селеном на обмін ліпідів і їхній синтез у тканинах медоносних бджіл.

Встановлені відмінності фракційного розподілу ліпідів тканин цілого організму також можуть зумовлюватися безпосереднім впливом згодовування добавок цитратів германію та селену на обмін окремих класів ліпідів у медоносних бджіл. Зокрема, у тканинах бджіл II і III дослідних груп спостерігали вірогідно вищий вміст фосфоліпідів та НЕЖК ($p < 0,05$; $0,001$), що очевидно зумовлено стимулюючою дією добавки цитратів германію і селену на ліпідний обмін, зокрема, метаболізм жирних кислот в організмі бджіл цих груп.

Характерні зміни ліпідного складу у тканинах медоносних бджіл спостерігались щодо вмісту вільного і етерифікованого холестеролу за умов згодовування добавок. Зокрема, вірогідно нижчий вміст вільного і етерифікованого холестеролу відзначено у тканинах бджіл цілого організму III дослідної групи, порівняно до контролю ($p < 0,01$), тоді як для II групи — лише тенденцію до зниження.

Аналогічні, але не вірогідні міжгрупові різниці щодо нижчого рівня у тканинах бджіл II і III груп спостерігали при дослідженні моно- і диацилгліцеролів та триацилгліцеролів. На основі аналізу цих даних можна стверджувати про важливу регуляторну функцію Германію та Селену у складі добавок до весняної підгодівлі щодо обміну ліпідів і їхніх окремих класів в організмі медоносних бджіл. Однак дані літератури щодо механізмів такого впливу відсутні. Можливо, антиоксидантна дія цих елементів зменшує процеси пероксидації та утворення продуктів перекисного окиснення ліпідів у тканинах бджіл дослідних груп. Встановлені відмінності фракційного розподілу ліпідів тканин медоносних бджіл можуть зумовлюватися як безпосереднім метаболічним впливом добавок Германію та Селену, так і

опосередковано через їхню взаємодію з іншими мінеральними елементами. Фізіологічна дія сполук Германію і Селену також можлива через активацію ферментних систем, у які ці

мікроелементи включаються в процесі обміну, проявляючи антагоністичний та синергічний вплив, що властивий для інших біогенних елементів [8, 14].

Таблиця 1

Вміст загальних ліпідів і співвідношення їхніх фракцій у тканинах організму медоносних бджіл, % ($M \pm m$, $n=3$)

Класи ліпідів	Група медоносних бджіл		
	I контрольна 1,0 л сиропу	II дослідна 1,0л сиропу + 0,5 мг Ge	III дослідна 1,0 л сиропу + 0,3 мг Ge + 0,2 мг Se
Загальні ліпіди, г%	3,56±0,20	4,50±0,12*	4,03±0,18*
Фосфоліпіди	18,39±0,14	19,95±0,09***	19,65±0,42*
Моно- і диацилгліцероли	14,28±0,39	13,64±0,37	13,62±0,17
Вільний холестерол	10,19±0,26	9,86±0,22	9,09±0,03**
НЕЖК	10,50±0,06	11,76±0,07***	12,48±0,19***
Триацилгліцероли	15,27±0,12	14,94±0,67	14,57±0,36
Етерифікований холестерол	31,32±0,15	30,06±0,61	30,38±0,08**

Примітка: у цій і наступній таблиці * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$ порівняно до контрольної (I) групи

У процесах обміну з участю ферментів важливе значення для організму бджіл мають макро- і мікроелементи, частина з яких відноситься до важких металів, що виявляються в організмі бджіл у незначних концентраціях (Se, Cr, Ni), але відіграють винятково важливу біологічну роль. Ці елементи, завдяки взаємодії з низкою ферментів, вітамінів і гормонів в організмі людини та тварин, впливають на збудливість нервових тканин і нервової системи в цілому, на тканинне дихання, процеси метаболізму тощо [19].

Так, за результатами досліджень спостерігались суттєві міжгрупові різниці вмісту окремих елементів у тканинах цілого організму медоносних бджіл дослідних груп порівняно до контролю. Зокрема, відзначено вірогідно вищий рівень Купруму у тканинах медоносних бджіл II та III груп ($p < 0,05$; $0,01$) та тенденцію до збільшення Цинку у III групі, що може вказувати на активацію їхнього засвоєння та обміну за дії цитратів германію та селену (табл. 2). Вміст Феруму у тканинах цілого організму медоносних бджіл II групи був нижчим у 1,5 раза ($p < 0,05$), а III групи — у 1,1 раза порівняно з контролем,

проте різниця не була вірогідною.

Хром у фізіологічних концентраціях інтенсифікує енергетичні процеси в організмі. У тварин при надмірному його надходженні в організм стимулюючий ефект відсутній. Через те, що основна маса Хрому затримується в корінні рослин, лише незначна частина цього елемента транспортується до наземних органів, у т.ч. до суцвіття квітки [20]. У результаті цього квітковий пилок рослин не може достатньо забезпечувати потребу бджіл у Хромі. Нижчий рівень Хрому у тканинах цілого організму медоносних бджіл дослідних груп, порівняно з контролем, можливо пов'язаний з конкуруючим метаболічним впливом на його вміст Купруму рівень якого в тканинах бджіл дослідних груп є високий.

За даними літератури [16, 19], Плюмбум і Кадмій найбільше акумулюється в ректальних залозах медоносних бджіл, що впливає на збільшення вмісту в них води. Очевидно, це виникає за рахунок інгібування функції ректальних залоз, послаблення резорбції води з секреторної рідини цих залоз, що може пригнічувати процеси

життєдіяльності бджіл. Зниження життєздатності бджіл під впливом полюантів, що надходять в організм з кормом, очевидно, також пов'язане зі зменшенням інтенсивності виділення з організму бджіл води через покриви тіла і дихальну систему. Характерно, що вміст Плюмбуму і Кадмію був нижчим у зразках тканин бджіл дослідних груп порівняно до

контролю, а це може вказувати на оптимізуючий вплив цитратів германію та селену на рівень цих важких металів у ректальних залозах. У той же час нижча концентрація Плюмбуму і Кадмію у тканинах медоносних бджіл може бути зумовлена антагоністичною дією цитратів германію та селену на обмін елементів в їхньому організмі.

Таблиця 2

Вміст окремих елементів у тканинах організму медоносних бджіл, мг/кг сирової маси (M±m, n=3)

Мінеральні елементи	Група медоносних бджіл		
	I контрольна 1,0 л сиропу	II дослідна 1,0л сиропу + 0,5 мг Ge	III дослідна 1,0 л сиропу + 0,3 мг Ge + 0,2 мг Se
Ферум, Fe	37,61±1,33	25,64±0,72***	33,14±2,30
Купрум, Cu	5,15±0,24	6,02±0,18*	8,05±0,14**
Цинк, Zn	4,87±0,52	4,92±0,10	5,85±0,24
Хром, Cr	0,66±0,66	0,43±0,005	0,47±0,005
Нікель, Ni	0,58±0,05	0,58±0,21	0,55±0,005*
Плюмбум, Pb	0,84±0,01	0,80±0,02	0,75±0,18
Кадмій, Cd	0,41±0,008	0,36±0,01*	0,35±0,03

Оскільки доведено, що нагромадження окремих елементів, у т.ч. важких металів в організмі медоносних бджіл залежить від їхнього віку, фізіологічного стану, рівня мінерального, білкового і вуглеводного живлення [16]. Вміст важких металів в організмі медоносних бджіл може бути вищим або нижчим, ніж у медоносних рослинах і залежить від агроекологічних умов розміщення пасік. Проте, в процесі переробки нектару в мед вміст макро- і мікроелементів зменшується, що пов'язано з проникністю стінок медового зобика медоносних бджіл. Завдяки цьому, разом з водою, яка адсорбується гемолімфою та вмістимим зобика, через його стінки транспортуються і токсичні метали. Частково вони акумулюються в жировому тілі й інших анатомічних структурах організму комах. Окремі їхні кількості виділяються екскреторними органами [21, 22].

За результатами дослідження вмісту глікогену в тканинах цілого організму медоносних бджіл спостерігали вищий рівень ($p < 0,001$; $0,01$) цього показника у зразках тканин II і III груп порівняно до контролю (рис.). Характерно, що вплив аквананоцитрату германію на рівень глікогену у тканинах бджіл II групи більше виражений, ніж сумісне згодовування цитратів германію і селену бджолам III групи. Очевидно, комплексне застосування цих елементів не посилює відкладання глікогену у депо організму бджіл. Отже, згодовування медоносним бджолам цукрового сиропу з додаванням цитрату германію та селену впливає на обмін ліпідів у їх організмі, мінеральний склад і вміст глікогену у тканинах медоносних бджіл, приводить до вірогідних змін вмісту загальних ліпідів та їхніх окремих класів, концентрації Fe, Cu, Ni, Cd.

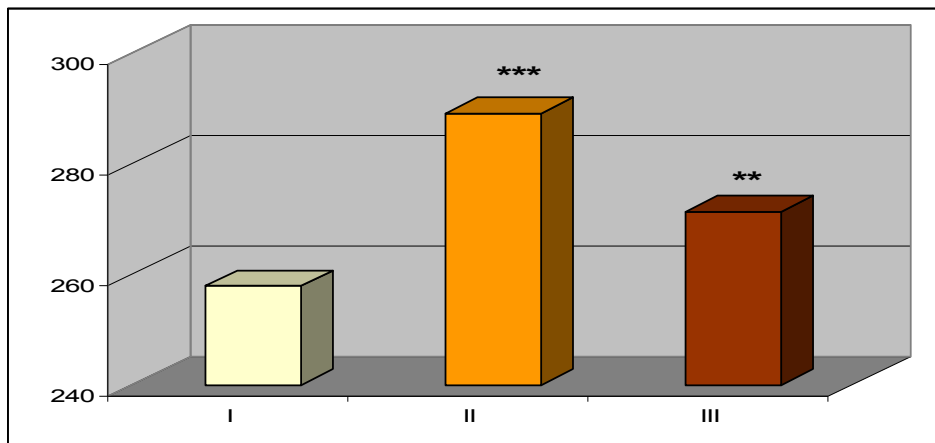


Рис. Вміст глікогену в гомогенаті тканин цілого організму медоносних бджіл, мг% (n=3)
Примітка: ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$ порівняно до контрольної (I) групи

Введення бджолам з компонентами підгодівлі цукрового сиропу, цитратів германію та селену коригує обмін ліпідів і мінеральних елементів в організмі медоносних бджіл, що може сприяти нагромадженню енергетичних, структурних і пластичних компонентів, а значить підвищувати їхню життєздатність і продуктивність.

Висновки

1. Отримані результати свідчать про позитивні зміни вмісту загальних ліпідів та їхніх окремих фракцій, а також обміну мінеральних елементів в організмі бджіл, що підтверджує доцільність використання добавок цитратів германію і селену з метою корекції і процесів метаболічного нагромадження енергетичних і пластичних компонентів трофічного ланцюга, мінерального живлення медоносних бджіл.

2. Згодовування бджолам з сиропом германію та його поєднання з селеном у вигляді цитрату зумовлювало вірогідні різниці вмісту загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у тканинах організму медоносних бджіл, що може вказувати на коригуючу дію добавок, як Германію, так і його поєднання з Селеном на обмін ліпідів у їхньому організмі.

3. Згодовування медоносним бджолам з цукровим сиропом цитрату германію та цитратів германію і селену відзначається

їхнім антагоністичним впливом на рівень окремих важких металів у тканинах організму, що може мати прикладне значення для розробки мінеральної добавки на основі Ge та Se. Встановлено вірогідно вищий рівень Купруму і нижчий Феруму і Кадмію у тканинах цілого організму медоносних бджіл за умов підгодівлі як цитратом германію, так і германію з селеном, а Нікелю — лише за комплексного згодовування цитрату германію і селену.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним напрямом подальших досліджень є вивчення показників резистентності організму бджіл і ліпідного складу продукції медоносних бджіл за умов згодовування мінімальної фізіологічно активної кількості добавок карбоксилатів германію та селену з врахуванням рівня у ній важких металів.

1. Yanovuch V. G., Lagodyk P. Z. *Obmen lipidov u zhyvotnyih v ontogeneze* [Lipid metabolism in animals in ontogenesis]. M., Agropromizdat, 1991. 317 p. (In Russian).

2. Borysevych V. B., Kaplunenko V. H., Kosinov M. V. *Nanomaterialy v biologii. Osnovy nanoveterynarii* [Nanomaterials in biology. Basics nanoveterinary]. Kyiv, Avizena, 2010. 416 p. (In Ukrainian).

3. Paton B., Moskalenko V., Chekman I., Movchan B. *Nanonauka i nanotekhnolohii: tekhnichni, medychnyi ta sotsialnyi aspekty* [Nanoscience and nanotechnology: engineering, health and social aspects]. *Visnyk natsionalnoi akademii nauk Ukrainy — Proceedings of the*

National Academy of Sciences of Ukraine, 2009, vol. 6, pp. 18–26 (in Ukrainian).

4. Serdiuk A. M., Hulich M. P., Kaplunenko V. H., Kosinov M. V. Nanotekhnologii mikronutriientiv: problemy, perspektyvy ta shliakhy likvidatsii defitsytu makro- ta mikroelementiv [Nanotechnology micronutrients: problems, perspectives and ways to eliminate the deficit of macro-and microelements] *Zhurnal Akademii medychnykh nauk Ukrainy — Journal of the Academy of Medical Sciences of Ukraine*, 2010, vol. 16, no 3, pp. 467–471 (in Ukrainian).

5. Jain K. K. Nanomedicine: application of nanobiotechnology in medical practice. *Med. Princ. Pract.*, 2008, vol. 17, no. 2, pp. 89–101.

6. Eskov E. K. Tehnogennoe zagryaznenie prirodnoy sredy i pchelyi [Anthropogenic pollution of the environment and bees] *Pchelovodstvo — Beekeeping*, 2006, no. 7, pp. 10–13 (in Russian).

7. Porrini C., Sabatini A. G., Girotti S. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. *Apiacta*, 2003, vol. 38, pp. 63–70.

8. Miracle Cure Organic Germanium, 1980
http://www.organicgermanium.net/images/dr_asai_book.pdf

9. Skalnuy A. V., Rydakov I. A. *Bioelementy v meditsine* [Bioelements in medicine]. Moscow, Mir, 2004. 272 p. (In Russian).

10. Shyy Hwa Tao, Bolger M. Hazard Assesment of Germanium supplements. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 1997, vol. 25, pp. 211–219

11. Ovchinnikova T. Selen: I yad I protivoyadie [Selenium: the poison and the antidote]. *Zhivotnovodstvo Rossii — Livestock Russia*, 2005, p. 45 (in Russian).

12. Ermakov V. V. Biogehimiya selenia i ego znachenie v profilaktike endemicheskikh zabolevaniy cheloveka [Biogeochemistry of selenium and its importance in the prevention of endemic diseases in humans]. *Vestnik otdeleniya nauk o Zemle RAN. Elektronnyy nauchno-informatsionnyy zhurnal* — Herald of the Earth Sciences Department RAS. Electronic Scientific Information Journal, 2004, no 1 (22), pp. 1–17 (in Russian).

13. Sunge R. A., Thompson R. M., Palm M. A. Selenium regulation of selenium-dependent glutathione peroxidases in animals and transfected CHO cells. *Biomed. Environ. Sci.*, 1997, vol. 10, pp. 346–355.

14. Tuner R. S., Finch J. M. Selenium and the immune response. *Proc. Nutr. Soc.*, 1991, vol. 50, no 2, pp. 275–285.

15. Golubkina N. A., Golubkina N. A., Skalnyiy A. V., Sokolov Ya. A., Schelkuno L. F. *Selen v meditsine i ekologii* [Selenium in medicine and ecology]. Moscow, 2002. 134 p. (In Russian).

16. Kuhrle J., Brigelius-Flone R., Bock A. Selenium in biology: facts and medical perspectives, *Biol. Chem.*, 2000, vol. 381 (9–10), pp.849–864.

17. Tyshchenko V. P. *Fiziologiya nasiekomukh* [Insect Physiology]. 1986, pp. 54–56 (in Russian).

18. 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, vol. 226, no. 1, pp. 497–509.

19. Gugushvili N. N., Mirtshulava V. M., Kulakova A. L., Vlasenko Yu. I., Dyagtyareva S. S., Bandurova N. I. *Sposob opredeleniya glikogena v ekstrakte iz organov i tkaney pchel* [Method for determination of glycogen in the extract from the organs and tissues of bees]. Patent RF, no 2256320, 2005 (in Russian).

20. Yeskov E. K. *Ekologiya medonosnoy pchelu* [Ecology of the honeybee]. Rosahropromyzdat, 1991. pp. 200–268 (in Russian).

21. Vincent J. B. The Nutritional Biochemistry of Chromium (III). Department of Chemistry The University of Alabama Tuscaloosa, USA, 2007. 277 p.

22. Pashayan S. A., Sidorova K. A. Vozdeystvie zagryazneniy okruzhayushey sredy na prodolzhitelnost zhizni pchel [The impact of environmental pollution on life of bees] *Sbornik dokladov V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tyazhelye metally i radionuklidy v okruzhayushey sredy»* — Proceedings of the V International scientific-practical conference «Heavy metals and radionuclides in the environment», 2008, vol. 2, p. 172–174 (in Russian).

23. Pashayan S. A., Makvetsyan A. G. Zagryaznennost karpatskih i srednerusskih porod pchel toksikantami [Contamination of the Carpathian and central Russian rock bees toxicants] *Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennyye problemy biologii, ekologii, fiziologii v veterinarii domashnih zhivotnyh»* — Proceedings of the international scientific-practical conference «Modern problems of biology, ecology, physiology, veterinary pet», 2008, pp. 83–85 (in Russian).