

## ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ТКАНИНАХ ОРГАНІЗМУ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЗА УМОВ ПІДГОДІВЛІ ЦИТРАТАМИ Ag і Cu

*I. I. Двилюк, аспірант,  
I. I. Ковальчук, д-р вет. наук*

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

*У статті подано результати дослідження вмісту таких мікроелементів як Fe, Zn, Cu, Co, Cr, Pb, Cd в окремих анатомічних відділах організму медоносних бджіл за умов підгодівлі цитратами Ag і Cu у весняний період. Встановлено зростання концентрації Cu, Co, Cr у тканинах голови медоносних бджіл, на тлі зниження вмісту Fe, Pb ( $p < 0,001$ ) і Cd ( $p < 0,001$ ) в дослідних групах порівняно до контрольної групи. Комплексне поєднання цитратів Ag і Cu у підгодівлі медоносних бджіл зумовлювало зростання у тканинах грудного і черевного відділів організму бджіл концентрації Fe, Cu, Co, Cr на тлі зниження рівня Zn, Pb, Cd у зразках дослідних груп. Найнижчий вміст мінеральних елементів Zn, Cd і Pb у тканинах організму бджіл спостерігали при згодовуванні добавки цитратів Ag і Cu в кількості 0,5 мг на 1000 мл цукрового сиропу.*

**Ключові слова:** МЕДОНОСНІ БДЖОЛИ, МІКРОЕЛЕМЕНТИ, ЦИТРАТ Ag, ЦИТРАТ Cu.

У практиці бджільництва багатьох країн світу, де запаси нектару невеликі, застосовується часткова заміна меду цукром для підгодівлі бджіл. Виникає необхідність стабілізувати живлення бджіл і обмін речовин у їхньому організмі збагаченням цукрового сиропу біологічно активними речовинами як органічного, так і мінерального походження, а також стимулювати ріст і розвиток бджолосімей [1, 2].

В Україні створено пріоритетний напрямок в нанотехнології, за допомогою якого отримали карбоксилати основних харчових кислот біогенних металів таких як Zn, Mg, Fe, Cu, Co, Cr, Se а також Ag та Au. Дослідженнями у ветеринарній медицині встановлено, що нанокарбоксилати даних мікроелементів не токсичні, йони металів з таких комплексів швидко і ефективно засвоюються живим організмом в якості життєвонеобхідних мікроелементів.

В якості бактерицидних засобів успішно застосовують розчини Аргентуму та Купруму, що проявляють виражену протимікробну активність. Найбільш виражені фунгіцидні, антиоксидантні, імуностимулюючі і протизапальні властивості проявляються в присутності обох металів [3, 4].

Як відомо, активність Купруму в організмі тварин пов'язана із включенням її до складу активних центрів окисно-відновних ферментів [5, 6]. Купрум присутній в системі антиоксидантного захисту організму в якості кофактору ферменту супероксиддисмутази. Висока фізіологічна активність даного мікроелементу пов'язана перш за все з участю їх у синтезі окремих ферментів, вітамінів і гормонів. Однак, фізіологічні ефекти цитратів таких елементів як Аргентум і Купрум, внесених з компонентами живлення до штучної підгодівлі медоносних бджіл, не вивчені.

Метою наших досліджень було вивчити вміст окремих мікроелементів в організмі медоносних бджіл за підгодівлі цитратами Аргентуму та Купруму у весняний період.

**Матеріали і методи.** Дослідження проведені на медоносних бджолах карпатської породи, на базі пасіки Львівського національного університету ветеринарної медицини та

біотехнологій імені С. З. Гжицького, які утримувались в багатокорпусних 8-рамкових вуликах, розміром рамки 435x230 мм. Було сформовано 3 групи бджолосімей, по три бджолосім'ї у кожній групі. Контрольна група (I) отримувала підгодівлю цукровим сиропом (1000 мл/тиждень/бджолосім'ю), II дослідна група – за аналогічних умов отримувала цукровий сироп з додаванням до нього 0,2 мг Ag і 0,2 мг Cu у вигляді цитрату, III дослідна група – за аналогічних умов отримувала Ag і Cu у вигляді цитрату в дозах 0,5 мг кожного на 1000 мл цукрового сиропу на бджолосім'ю. Тривалість досліду становила 36 діб з інтервалом підгодівлі 7 діб. Мікроелементи додавали до цукрового сиропу у вигляді цитратів, що отримані від ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ, і виготовлені методом нанобіотехнології (М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко) [7, 8].

Для дослідження у весняний період відбирали зразки бджіл з вуликів контрольної та дослідних груп. Зразки відбирали в кількості 90-100 бджіл з кожної групи, по 30-35 комах з бджолосім'ї, які використовували для приготування гомогенату тканин з окремих анатомічних відділів організму медоносних бджіл (голови, грудного, черевного). У зразках гомогенатів тканин організму бджіл визначали вміст окремих мінеральних елементів на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК за допомогою комп'ютерного аналізу. Цифрові дані опрацьовані статистично з використанням комп'ютерної програми Microsoft EXCEL з визначенням середніх величин  $M$ , їхніх відхилень  $\pm m$  і ступеня вірогідності міжгрупових різниць з використанням коефіцієнта Стьюдента ( $p$ ).

**Результати й обговорення.** Аналіз одержаних результатів проведених досліджень свідчить про дозозалежні зміни мінерального складу тканин організму медоносних бджіл за умов згодовування цитратів Ag і Cu. Зокрема, у тканинах голови медоносних бджіл II і III дослідних груп спостерігалась тенденція до збільшення Феруму (табл. 1). Однак різниці між цими групами не були вірогідні і не перевищували величин середньо статистичних відхилень. Встановлено, що в тканинах дорослих бджіл концентрація Fe в нормі становить 80-174 мкг/г сухої речовини. Вміст цього елемента максимальний у грудних м'язах і мінімальний у тканинах ніг і крил, що пов'язано з їх анатомічними особливостями та різною метаболічною активністю тканин цих органів. Динаміка рівня Fe в організмі бджіл змінюється при підвищеному його надходженні з кормом і супроводжується переходом у продукти бджільництва.

Таблиця 1

**Вміст окремих мікроелементів у тканинах голови організму медоносних бджіл, мг/кг натуральної маси ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Мікроелементи	Групи медоносних бджіл		
	I	II	III
Fe	24,45±0,59	22,14±2,44	23,51±0,32
Zn	27,68±0,97	28,20±0,69	26,85±1,61
Cu	5,22±0,5	6,18±0,08**	7,55±0,32**
Co	0,27±0,1	0,42±0,003	0,47±0,005
Cr	0,90±0,03	0,73±0,16	0,89±0,12
Pb	1,82±0,008	1,06±0,006***	0,86±0,01***
Cd	0,22±0,003	0,15±0,003***	0,14±0,006***

Примітка: у цій і наступних таблицях \* —  $P < 0,05-0,02$ , \*\* —  $P < 0,01$ , \*\*\* —  $P < 0,001$

Певні міжгрупові відмінності встановлено за вмістом Zn та Cr у обох дослідних зразках тканин голови медоносних бджіл, проте різниці були не вірогідними. Одним із важливих мікроелементів, який необхідний для нормального перебігу фізіолого-біохімічних процесів в організмі бджіл є Cu. Він приймає участь у різних реакціях обміну та каталізує процеси метаболізму. Зокрема, від його наявності в організмі залежить інтенсивність синтезу

амінокислот. Основна кількість Cu в організмі бджіл міститься в кутикулі — зовнішньому скелеті, який покриває тіло бджоли, і хітинових утвореннях, що формують внутрішній скелет. Значна кількість Cu виділяється з секретом травних залоз робочих бджіл — маточним молочком. Вміст Купруму в тканинах голови медоносних бджіл II та III дослідних груп був вірогідно вищим порівняно до контролю. Зокрема, вміст у тканинах бджіл II групи становив 6,18 мг/кг ( $p<0,01$ ), а в III – 7,55 ( $p<0,01$ ) проти 5,22 мг/кг у контрольній групі.

Відомо, що Co підвищує біосинтез білків і концентрацію  $\gamma$ -глобулінів у фракціях загального білка гемолімфи, ліпідів, гемолімфогенез і засвоєння Fe. Встановлено міжгрупові різниці підвищення вмісту Co у тканинах голови медоносних бджіл II і III дослідних груп (на 0,15 і 0,20 мг/кг) порівняно до його показників у зразках тканин бджіл контрольної групи. Це може бути зумовлене впливом поєданого введення до сиропу Ag і Cu щодо рівня Co в організмі бджіл дослідних груп.

Слід відзначити, зниження вмісту Pd і Cd у тканинах голови бджолиного організму за умов підгодівлі цитратами Ag і Cu у весняний період. Так, рівень Pb у II дослідної групи вірогідно знизився у 1,7 раза ( $p<0,001$ ), а III – у 2,1 раза ( $p<0,001$ ) порівняно з контролем. Рівень Cd був у 1,5 раза нижчим у зразках тканин голови медоносних бджіл в обох дослідних зразках ( $p<0,001$ ) порівняно до контрольної групи медоносних бджіл.

У гомогенаті тканин грудного відділу бджолиного організму спостерігали зменшення концентрації Fe, Zn, Cu у II дослідній групі порівняно з вмістом їх у тканинах бджіл контрольної групи (табл. 2). Зокрема, рівень Fe зменшувався на 6,6%, Zn-на 10,3% та Cu - на 17,0% порівняно до контролю. Концентрація Fe у тканинах грудного відділу медоносних бджіл III групи була вищою у 1,3 раза, Cu у 1,1 раза на тлі нижчого вмісту Zn у 1,2 раза порівняно до контрольної групи. Спостерігалася тенденція до збільшення вмісту Co і Cr дослідних груп порівняно до зразків контрольної групи. Згодовування медоносним бджолам з цукровим сиропом по 0,2мг Ag і Cu у вигляді цитратів зумовило вірогідне зниження рівня Pb в грудному відділі II дослідної групи у 1,8 раза ( $p<0,01$ ) та у 1,3 раза у III групі порівняно до контролю. Рівень Cd у тканинах грудного відділу медоносних бджіл II і III дослідних груп суттєво не змінювався порівняно з контрольною групою.

Таблиця 2

Вміст окремих мікроелементів у грудному відділі організму медоносних бджіл мг/кг натуральної маси ( $M\pm m, n=3$ )

Мікроелементи	Групи медоносних бджіл		
	I	II	III
Fe	20,84±2,62	19,47±3,52	27,09±0,39*
Zn	30,18±0,47	27,08±2,58	25,87±2,59
Cu	9,91±0,78	8,24±0,12	11,14±1,19
Co	0,30±0,03	0,37±0,006	0,42±0,05
Cr	0,49±0,05	0,53±0,03	0,62±0,05
Pb	1,28±0,09	0,70±0,09**	0,98±0,25
Cd	0,13±0,02	0,11±0,01	0,13±0,02

Аналогічні різниці спостерігали у тканинах черевця медоносних бджіл, які отримували додатково до цукрового сиропу різні дози цитратів Ag і Cu у весняний період. З наведених у таблиці 3 результатів також видно, що концентрація Fe була вищою у зразках дослідних груп на тлі нижчого вмісту Zn порівняно до контрольної групи.

Основна кількість Купруму в організмі бджіл міститься в кутикулі – зовнішньому скелеті, який покриває тіло бджоли і хітинових утвореннях, що формують внутрішній скелет. Значна його кількість виділяється з секретом травних залоз робочих бджіл – маточним молочком. Суттєво не змінювався рівень Cu в тканинах черевному відділі організму бджіл III групи на тлі вірогідно нижчого вмісту у 1,2 раза ( $p<0,01$ ) у зразках II групи. Встановлені

міжгрупові різниці вмісту Cu можуть характеризуватися особливостями функціонування черевного відділу організму медоносних бджіл дослідних груп під дією Ag і Cu. Поряд з тим, Cu необхідна для утворення секрету воскових залоз, апітоксину і білка м'язів міоглобіну. Встановлені різниці рівня Cu в тканинах головного, грудного і черевного відділів, можуть бути пов'язані із дією цитратів на засвоєння з корму, нагромадження і обмін досліджених елементів, у т. ч. Cu в організмі медоносних бджіл.

Таблиця 3

**Вміст окремих мікроелементів у черевному відділі медоносних бджіл мг/кг натуральної маси (M±m, n=3)**

Мікроелементи	Групи медоносних бджіл		
	I	II	III
Fe	23,61±2,56	24,95±0,53	25,37±1,89
Zn	24,80±2,07	23,97±1,56	22,10±0,97
Cu	10,00±0,44	8,15±0,14**	10,35±0,27
Co	0,36±0,006	0,45±0,1	0,52±0,03**
Cr	0,66±0,11	0,71±0,04	0,68±0,05
Pb	1,26±0,15	1,25±0,02	0,83±0,06
Cd	0,19±0,02	0,17±0,01	0,15±0,02

Встановлено вищий вміст Co у тканинах черевного відділу II і III дослідних груп відповідно у 1,3 та 1,4 ( $p < 0,01$ ) раза порівняно до його показників у зразках тканин бджіл контрольної групи.

Як відомо, фізіологічна концентрація Cr в тканинах і рідинах інтенсифікує обмінні процеси, в т.ч. мінеральний обмін в організмі. Доведено, що пилок і нектар відрізняються низьким вмістом Cr, оскільки основна маса його міститься в коренях рослин і лише незначна кількість цього елемента транспортується до наземних органів, у т. ч. в суцвіття медоносів [329]. Рівень Cr у тканинах черевного відділу медоносних бджіл був вищим у зразках дослідних груп порівняно до контрольної, що можливо пов'язано з синергічною дією застосованих на засвоєння і кумуляцію цього елемента в тканинах організму бджіл.

За даними літератури, Pb і Cd в найбільшій кількості акумулюється в ректальних залозах медоносних бджіл. Зниження життєздатності бджіл під впливом полютантів, які комахи отримують з кормом, очевидно, пов'язано із зменшенням інтенсивності виділення з організму бджіл води через покриви тіла і дихальну систему. За результатами дослідження відзначено не вірогідні зниження рівня Pb і Cd в зразках тканин черевного відділу медоносних бджіл дослідних груп порівняно з контрольною групою. Такі незначні зміни можуть бути пов'язані з конкуруючою метаболічною взаємодією Ag і Cu з іншими елементами, які надходять в організм бджіл, зокрема Pb і Cd, що більш виражено в тканинах черевного відділу, де більше міститься залозистої тканини.

Таким чином, згодовування медоносним бджолам у весняний період цитратів Ag і Cu супроводжувалося дозозалежними змінами вмісту окремих мінеральних елементів у тканинах окремих анатомічних частин – голови, грудей та черевця. Це дає підставу стверджувати про визначальний вплив цитратів Ag і Cu на мінеральне живлення та життєдіяльність медоносних бджіл.

## ВИСНОВКИ

Згодовування з цукровим сиропом цитратів Ag і Cu у весняний період медоносним бджолам зумовлювало певні відмінності вмісту мінеральних елементів у тканинах окремих анатомічних частин (голова, груди, черевце). Встановлено вищий вміст Zn, Co та Cu у тканинах голови на тлі нижчого рівня Fe, Cr, Pb і Cd в усіх дослідних зразках. Комплексне поєднання цитратів Ag і Cu у підгодівлі медоносних бджіл в дозах 0,5 мг зумовлювало

зростання у тканинах грудного і черевного відділів Fe, Cu, Co, Cr на тлі зниження рівня Zn, Pb, Cd у зразках дослідних груп порівняно з контрольною групою.

**Перспективи досліджень.** Перспективним напрямком подальших досліджень є вивчення ліпідного складу тканин продукції медоносних бджіл та показників резистентності їх організму з врахуванням рівня важких металів у пилку, воді, меді за умов згодовування Ag і Cu.

## THE CONTENTS OF MICROELEMENTS IN TISSUES OF HONEY BEES ORGANISM AFTER FEEDING OF CITRATES Ag AND Cu

*I. I. Dvylyuk, I. I. Kovalchuk*

Institute of Animal Biology of NAAS,  
38, V. Stusa str., Lviv, 79034, Ukraine

### S U M M A R Y

The article presents the results of the study of the content of trace elements such as Fe, Zn, Cu, Co, Cr, Pb, Cd in separate anatomical parts of the body of honey bees after feeding Ag and Cu citrates in the spring. The increase of Cu, Co, Cr concentration in the tissues of the head of honey bees was observed, while the Fe, Pb ( $p < 0.001$ ) and Cd ( $p < 0.001$ ) content in the experimental groups decreased compared to the control group. The combined combination of Ag and Cu citrates in the feeding of honey bees resulted in the increase of Fe, Cu, Co, Cr in the tissues of the thoracic and abdominal organs of the body of the organism, against the background of lowering the levels of Zn, Pb, Cd in the samples of experimental groups. The lowest content of the mineral elements Zn, Cd and Pb in the tissues of the body of bees was observed when feeding by Ag and Cu citrates in the amount of 0.5 mg per 1000 ml of sugar syrup.

**Keywords:** HONEY BEES, TRACE ELEMENTS, Ag CITRATE, Cu CITRATE.

## СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТКАНЯХ ОРГАНИЗМА МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ В УСЛОВИЯХ ПОДКОРМКИ ЦИТРАТАМИ Ag И Cu

*И. И. Двѣлюк, И. И. Ковальчук*

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

### А Н Н О Т А Ц И Я

В статье представлены результаты исследования содержания таких микроэлементов как Fe, Zn, Cu, Co, Cr, Pb, Cd в отдельных анатомических отделах организма медоносных пчел в условиях подкормки цитратами Ag и Cu в весенний период. Установлено рост концентрации Cu, Co, Cr в тканях головы медоносных пчел, на фоне снижения содержания Fe, Pb ( $p < 0,001$ ) и Cd ( $p < 0,001$ ) в опытных группах по сравнению с контрольной группы. Комплексное сочетание цитратов Ag и Cu в подкормки медоносных пчел обуславливало рост в тканях грудного и брюшного отделов организма пчел концентрации Fe, Cu, Co, Cr на фоне снижения уровня Zn, Pb, Cd в образцах исследовательских групп. Низкое содержание минеральных элементов Zn, Cd и Pb в тканях организма пчел наблюдали при скармливании добавки цитратов Ag и Cu в количестве 0,5 мг на 1000 мл сахарного сиропа.

**Ключевые слова:** МЕДОНОСНЫЕ ПЧЕЛЫ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, ЦИТРАТ Ag, ЦИТРАТ Cu.

#### Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Аккумуляция тяжелых металлов в теле пчел / Е. К. Еськов, Г. С. Ярошевич, М. Д. Еськова и др. // Пчеловодство. – 2008. – №2. – С. 14–16.
2. *Таранов Г. Ф.* Корма и кормление пчел / Г. Ф. Таранов – М. : Колос, 1991. – 239 с.
3. Soni I., Salopek-Bondi B. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for Gram-negative bacteria//J. Colloid Interface Sci. – 2004. – № 27. – P. 70–82.
4. *Ковальчук І. І., Федорук Р. С.* Вміст важких металів у тканинах бджіл та їх продукції залежно від агроекологічних умов Карпатського регіону // Біологія тварин. – 2013. – Том.15, № 4. – С. 54–65.
5. Биологическая активность наночастиц меди в эксперименте / И. В. Бабушкина, Е. В. Гладкова, И. А. Мамонова и др. // Фундаментальные исследования . – 2014. – № 6. – С. 1204–1207.
6. *Ingle A. P.* Bioactivity, mechanism of action, and cytotoxicity of copper-based nanoparticles: a review / A. P. Ingle, N. Duran, M. Rai // Appl. Microbiol. Biotechnol. Pharmacological researches of biologically active substances – 2014. – Vol. 98, № 3. – P. 1001–1009.
7. Нанотехнології мікронутрієнтів: Проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів. / А. М. Сердюк, М. П. Гуліч, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов // Журнал академії медичних наук. – 2010. – Т. 16, № 1. – С.107–114
8. Патент України на корисну модель №39392. Спосіб отримання карбоксилатів харчових кислот з використанням нанотехнології [Текст] // Косінов М .В., Каплуненко В. Г. /МПК (2009) :CO7C 51/41, CO7F 5/00, CO7F 15/00, B82B 3/00. Опубл. 25.02.2009, бюл. № 4/2009

**Рецензент** – Ю. В. Ковальський, д. с.-г. н., ЛНУВМ та БТ імені С. З. Гжицького.