МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦИВА ЗА ПІДГОДІВЛІ БДЖІЛ ЦИТРАТАМИ Co і Ge

*І. Б. Кикиш¹, аспірант,
І. І. Ковальчук², д-р вет. наук, с. н. с.,
Я. В. Лесик³, д-р вет. наук, с. н. с.,
Л. М. Ковальська², канд. с.-г. наук*

¹Інститут біології тварин НААН,
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна
ihorkykish@gmail.com

²Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С. З. Гжицького
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

³Дрогобицький державний університет імені Івана Франка,
вул. Івана Франка, 24, м. Дрогобич, 82100, Україна

Дослідження проведені на чотирьох групах бджолосімей-аналогів, по три сім'ї у кожній групі. Бджоли контрольної (I) групи отримували підгодовлю з 50 % цукрового сиропу (ЦС) в кількості 300 мл /сім'ю/ тиждень. Бджоли II (дослідної) групи з 300 мл ЦС отримували 30 мкг Со у вигляді цитрату, III групи – з 300 мл ЦС – 60 мкг Ge у вигляді цитрату, IV групи – з 300 мл ЦС 30 мкг Со та 60 мкг Ge у вигляді цитрату. Тривалість випоювання сиропу і цитратів Со і Ge 4 тижні. Досліджували зразки перги та меду, у яких визначали вміст окремих важких металів (Cu, Fe, Co, Ni, Pb, Cd) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК, а також якісні показники меду. Статистичне опрацювання результатів проводили з визначенням середніх величин та встановленням вірогідності за коефіцієнтом Стьюдента.

Дослідженнями встановлено зміни у співвідношенні мікроелементів у їхній продукції з підвищенням вмісту Fe у меді за підгодовлі 30 мкг Со і зниженням концентрації таких токсичних важких металів, як Pb і Cd у перзі за дії 60 мкг Ge (III гр), 30 мкг Со (II гр) і їх поєднання у четвертій групі. Більше виражений фізіологічний вплив застосованих цитратів Со і Ge нанотехнологічних на вміст досліджених мікроелементів у перзі та меді встановлено за умов комплексного згодовування 30 мкг Со і 60 мкг Ge цитратів. Підгодовля бджіл цитратами Со і Ge зумовлювала підвищення фізико-хімічних показників меду, про що свідчить вірогідне зростання діастазного числа та вмісту проліну у меді бджіл дослідних груп. Органолептичні показники меду за підгодовлі бджіл цитратами Со і Ge суттєво не змінювалися у дослідних групах, порівняно з контрольною, і відповідали чиним нормам ДСТУ 4497: 2005. Зроблено висновок, що підгодовля бджіл з додаванням до цукрового сиропу Со та Ge цитратів нанотехнологічних стимулює мінеральний обмін в їх організмі та оптимізує вміст мікроелементів і показники якості у продукції.

Ключові слова: БДЖОЛИ, МЕД, ПЕРГА, МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ, ЦИТРАТИ Со і Ge.

MINERAL COMPOSITION AND QUALITATIVE INDICATORS OF BEEKEEPING PRODUCTS BY BEE FEEDING WITH CITRATES Co AND Ge

I. B. Kikish¹, I. I. Kovalchuk², Ya. V. Lesyk³, L. M. Kovalska²

¹Institute of Animal Biology of NAAS,
38, V. Stusa str., Lviv, 79034, Ukraine
ihorkyish@gmail.com

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies,
50, Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine

³Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University,
24, Street Ivan Franko, str., Drohobych, 82100, Ukraine

The research was conducted on four groups of bees families-analogs, three families in each group. Bees of the control (I) group were fed with 50% of sugar syrup (s.s) in the amount of 300 ml / family / week. Bees of the II (experimental) group with 300 ml of s.s. received 30 mcg of Co in the form of citrate, III - with 300 ml of s.s. - 60 mcg of Ge in the form of citrate, group IV - with 300 ml of s.s. of 30 mcg of Co and 60 mcg of Ge in the form of citrate. Duration of coagulation of syrup and citrates Co and Ge was 4 weeks. Samples of perga and honey were investigated, in which the content of individual heavy metals (Cu, Fe, Co, Ni, Pb, Cd) was determined on an atomic absorption spectrophotometer SF-115 PC, as well as the qualitative indicators of honey. Statistical analysis of the results was performed with the determination of the mean values and probability according the Student's coefficient. Researches have shown changes in the correlation of trace elements in its products with an increase in the content of Fe in honey when fed 30 mcg Co and a decrease in the concentration of toxic heavy metals such as Pb and Cd in perga at 60 mcg Ge (III g), 30 mcg Co and their combination in the fourth group. More expressed physiological effect of applied nanotechnological Co and Ge citrates on the content of the research microelements in perga and honey was established under the conditions of complex feeding of 30 mcg Co and 60 mcg Ge citrates. Feeding of bees with Co and Ge citrates caused an increase parameters of honey, as evidenced by the probable increase in diastasis number and proline content in honey of bees of the experimental groups. Organoleptic characteristics of honey when feeding bees with Co and Ge citrates did not change significantly in the experimental groups compared with the control and met the current standards of DSTU 4497: 2005. It is concluded that feeding bees with the addition to sugar syrup Co and Ge nanotechnological citrates stimulates mineral exchange in their organism and optimizes the content of trace elements and quality indicators in products.

Keywords: BEES, HONEY, BEE BREAD, HEAVY METALS, CITRATES Co AND Ge.

Одними із цінних продуктів бджільництва є перга і мед. Як відомо, перга – продукт рослин (пилкок) і бджіл, на якість якої впливають тривалість цвітіння різних пилюконосів і період життєдіяльності та фізіологічні потреби бджіл (Ivanišová et al., 2015; Bleha et al., 2019). У процесі збирання пилку бджоли обробляють його нектаром або медом та ензимами слинних залоз (Šermakova, 2007; Bakour et al., 2019). Внаслідок молочнокислого бродіння та інших біохімічних процесів перга, після відкладання, зберігається у комірках стільників протягом тривалого часу і використовується бджолами як основне джерело вигодовування розплоду і частково білкового, ліпідного, вуглеводного корму маток. (Ivanišová et al., 2015; Bakour et al., 2019).

Перга відіграє роль фізіологічного регулятора біологічної повноцінності організму бджіл (Bakour et al., 2019). Відповідно й наявність перги і меду у вулику є невід’ємною умовою

для вирощування якісного розплоду бджіл, росту і розвитку бджолосімей а також, їх продуктивності (Chernouy, 2002; . Lazarieva, 2014).

Пергу, або бджолиний хліб, бджоли закладають у комірки стільників для виготовлення ліпідно-протеїнового корму (Čermakova, 2007; Pyslar, 2012), тому якість і кількість жирів, білків і мінеральних речовин у перзі відіграють провідну роль у забезпеченні бджолиного розплоду необхідними поживними речовинами.

Найбільш інтенсивно бджоли використовують пергу, як збалансований за ліпідами, протеїнами і мінералами корм, у період вирощування розплоду і збільшення чисельності сім'ї. Щодо його хімічного складу перга значно відрізняється від бджолиного обніжжя. У процесі збирання і формування обніжжя у вигляді гранул і кульок бджоли лише частково змінюють хімічний склад пилку, додаючи до нього власні ензими (Pyslar, 2012).

Збільшення вмісту молочної кислоти у перзі у 6 разів, після завершення процесу бродіння, порівняно з її кількістю у рослинному пилку та присутність великої кількості кисломолочних бактерій забезпечує захист цього бджолиного продукту від розмноження патогенних мікроорганізмів і грибів, у тому числі пліснявих, збереження високої поживності та якості, триваліший термін зберігання. Хоча перга і є складним харчовим і біологічним комплексом, вона легше засвоюється живими організмами, містить більше корисних органічних кислот, ліпідів і вітамінів, особливо вітамінів К і А, за рахунок їх синтезу мікроорганізмами, ніж бджолине обніжжя (Pyslar, 2012; Ivanišová et al., 2015; Bakour et al., 2019).

Мікробіологічні процеси під час бродіння змінюють біохімічний склад перги, який відрізняється кращою кількістю альбумінів, сечовини, креатиніну, триацилгліцеролів, активністю ензимів протеїнового та ліпідного обміну, концентрацією білірубину і фруктозаміну (Lazarieva, 2014; Bakour et al., 2019). Тому ці продукти мають значно вищу біологічну дію, ніж бджолине обніжжя. Співвідношення біологічно активних речовин також змінюється в процесі зберігання перги, оскільки на тлі зниження активності молочно-кислих мікроорганізмів в комірках, відбуваються складні біохімічні процеси, пов'язані зі зменшенням активності ензимів, збільшенням або зменшенням концентрації білків, азотовмісних речовин, вуглеводів (Pyslar, 2012; Formicki et al., 2013).

Біохімічний склад перги залежить від численних факторів, які необхідно враховувати під час їх стандартизації. Так, на її хімічний склад впливають фізіологічний стан сім'ї (співвідношення і кількість відкритого та запечатаного розплоду, молодих і льотних бджіл, вільних комірок), сезон року, погодні та медозбірні умови, фази формування перги з бджолиного обніжжя, умови збору і зберігання перги та інші (Čermakova et al., 2007; Zhelyazkova et al., 2010; Ivanišová et al., 2015; Bleha et al., 2019).

Матеріал і методи. Дослідження проведені на чотирьох групах бджолосімей, аналогів за масою бджіл, силою сім'ї, віком матки, по три сім'ї у кожній групі. Бджоли контрольної (I) групи отримували у весняний період підгодовлю з 50 % цукрового сиропу в кількості 300 мл /сім'ю/ тиждень. Друга група бджіл (дослідна) – додатково з 300 мл цукрового сиропу отримувала 30 мкг Со у вигляді цитрату, III група – з 300 мл цукрового сиропу отримувала 60 мкг Ge у вигляді цитрату, IV група – з 300 мл цукрового сиропу отримувала 30 мкг Со цитрату та 60 мкг Ge у вигляді цитрату. Тривалість випоювання сиропу і цитратів Со і Ge була 4 тижні. Для досліджень відбирали зразки перги та меду у яких визначали вміст окремих важких металів (Cu, Fe, Co, Ni, Pb, Cd) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК, а також якісні показники меду за загальноприйнятими методиками. Статистичне опрацювання результатів проводили з визначенням середніх величин та встановлення вірогідності за коефіцієнтом Стьюдента.

Результати й обговорення. Дослідженнями встановлено, що підгодовля бджолиних сімей Кобальтом і Германієм цитратами нанотехнологічними впливає на вміст мінеральних елементів у продукції бджіл, які не в однаковій кількості акумулюються в перзі. У зразках

перги II і III дослідних груп спостерігали не вірогідне зростання вмісту Кобальту і Купруму, а Феруму - зменшення в III групі порівняно до контролю (табл. 1). Разом з тим відзначено суттєве ($p < 0,001$) зниження Феруму у зразках перги II дослідної групи. Встановлені відмінності вмісту Феруму, Кобальту, Нікелю і Купруму у перзі можуть зумовлюватися антагоністичними і синергічними їх зв'язками з Кобальтом і Германієм у застосованих дозах.

Слід зазначити, що в процесі переробки нектару в мед вміст макро- і мікроелементів у цьому продукті зменшується (Черупноу, 2002; Zhelyazkova et al., 2010). Це пов'язано з проникністю стінок медового зобика медоносних бджіл для мінеральних елементів, що підтверджують і наші результати. Завдяки цьому, разом з водою, яка адсорбується гемолімфою та вмістимим зобика, через його стінки транспортуються і токсичні елементи, у тому числі Плюмбум і Кадмій. Частково вони акумулюються в жировому тілі й інших анатомічних структурах організму комах (Ohe et al., 1991). Окремі їхні кількості виділяються з організму бджіл екскреторними органами. Однак, концентрація Феруму у меді бджіл II групи зростала ($p < 0,001$) за дії 30 мкг Кобальту цитрату нанотехнологічного, а за дії Германію – зменшувалася ($p < 0,001$). За результатами дослідження у меді спостерігали не вірогідне зростання вмісту Кобальту на тлі нижчого рівня Нікелю у II, III та IV дослідних групах порівняно до контролю, що відзначали й інші дослідники (Roman et al., 2011; Yakubchak & Kopovalova, 2014). Одержані результати свідчать про вплив дози застосованих Co і Ge цитратів на вміст мікроелементів у меді бджіл.

Таблиця 1

Вміст окремих мікроелементів у продукції бджіл за підгодовлі нанотехнологічними цитратами Co та Ge, мг/кг ($M \pm m$, $n=3$)

Мікро- елементи	Групи медоносних бджіл			
	I -контрольна цукровий сироп (ЦС)	II -дослідна ЦС + цитрат Co (30 мкг)	III -дослідна ЦС + цитрат Ge (60 мкг)	IV-дослідна ЦС + цитрат Co (30 мкг)+Ge (60 мкг)
	Перга			
Fe	10,65±0,80	9,11±0,31***	13,66±1,65	8,55±0,02
Co	1,03±0,01	1,09±0,02	1,07±0,07	1,00±0,04
Ni	1,84±0,17	1,89±0,17	1,61±0,11	1,78±0,20
Cu	5,66±0,15	6,35±0,51	5,95±0,04	5,40±0,56
Pb	1,56±0,28	1,31±0,10	1,30±0,09	0,70±0,02*
Cd	0,14±0,01	0,13±0,01	0,11±0,003*	0,08±0,01**
Мед				
Fe	3,27±0,10	4,69±0,16***	2,24±0,04***	3,50±0,02
Co	0,30±0,05	0,44±0,08	0,26±0,03	0,36±0,08
Ni	0,95±0,12	0,68±0,20	0,88±0,17	0,62±0,06
Cu	1,34±0,28	1,32±0,26	1,26±0,18	1,31±0,01
Pb	0,83±0,02	0,64±0,057*	0,56±0,02***	0,26±0,01**
Cd	0,11±0,006	0,07±0,009**	0,06±0,008**	0,04±0,002**

Примітка: у цій і табл. 3: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$, порівняно з контролем.

Найважливішими критеріями оцінки харчового продукту є його біологічна цінність та якість. За органолептичними показниками мед усіх груп відповідав вимогам ДСТУ 4497:2005 (DSTU, 2002) (табл. 2). Однак, відзначено терпкий смак меду бджіл III групи, що вказує на можливий вплив вищої дози (60 мкг) Германію цитрату на формування його смаку та аромату. Очевидно, Германію цитрат у цій дозі доповнює специфічний смак поліфлорного меду терпкуватим присмаком з незначним впливом на його аромат, що надає специфічного відтінку зразкам меду III дослідної групи бджіл і створює відмінність цього органолептичного показника від аналогічного у контрольній (ніжній) та інших (II і IV, солодкий) дослідних груп.

У жодному зразку не виявлено ознак бродіння меду, що свідчить про його якість. Смак солодкий, ніжний, без сторонніх присмаків, відповідного відтінку кольору від жовтого до темно-жовтого, в'язкої консистенції і без механічних домішок.

Таблиця 2

Органолептичні показники меду за підгодовлі бджіл цитратами Co і Ge ($M \pm m$, $n=3$)

Показники	Групи	Характеристика зразків меду	ДСТУ 4497:2005
Колір	I	Жовтий	безколірний, білий, світло-жовтий, жовтий, темно-жовтий, темний з різними відтінками
	II	темно-жовтий	
	III	Жовтий	
	IV	Жовтий	
Смак	I	Ніжний	солодкий, ніжний, приємний, терпкий, подразнює слизову оболонку ротової порожнини, без сторонніх присмаків
	II	солодкий	
	III	Терпкий	
	IV	солодкий	
Аромат	I	приємний	приємний, слабкий, сильний, специфічний, без сторонніх запахів,
	II	Ніжний	
	III	специфічний	
	IV	без сторонніх запахів	
Консистенція	I	в'язка	рідка, в'язка, дуже в'язка, щільна
	II	дуже в'язка	
	III	в'язка	
	IV	в'язка	
Кристалізація	I	дрібнозерниста	від дрібнозернистої до крупнозернистої
	II	дрібнозерниста	
	III	дрібнозерниста	
	IV	дрібнозерниста	
Ознаки бродіння (закисання)	I	Відсутні	не дозволені
	II	відсутні	
	III	відсутні	
	IV	відсутні	
Механічні домішки	I	відсутні	не дозволені
	II	відсутні	
	III	відсутні	
	IV	відсутні	

Визначення органолептичних (смак, аромат, колір, консистенція, кристалізація, здатність до бродіння) і фізико-хімічних (які оцінювали за масовою часткою води, концентрацією проліну, значенням діастазного числа, вмістом гідроксиметилфурфуролу (ГМФ)) показників у меді бджіл дослідних груп вказує на оптимізуючий вплив Co і Ge цитратів на його біологічну цінність, якість та безпечність (табл. 3).

Таблиця 3

Якісні та фізико-хімічні показники поліфлорного меду за умов підгодовлі бджіл нанотехнологічними цитратами Co і Ge ($M \pm m$, $n=3$)

Мікроелементи	Групи медоносних бджіл			
	I -контрольна ЦС	II -дослідна ЦС + Co (30 мкг)	III -дослідна ЦС + Ge (60 мкг)	IV-дослідна ЦС + цитрат Co(30 мкг)+Ge (60 мкг)
Пролін, мг/кг	334,7 $\pm$ 10,21	346,7 $\pm$ 4,96	372,7 $\pm$ 8,8*	353,0 $\pm$ 7,94
Діастазне число, од. Готе	11,0 $\pm$ 0,58	13,7 $\pm$ 0,88*	14,0 $\pm$ 1,15*	15,0 $\pm$ 1,53*
Вміст води %	21,0 $\pm$ 2,08	22,0 $\pm$ 1,53	19,3 $\pm$ 0,67	19,7 $\pm$ 0,88
ГМФ, мг/кг	4,7 $\pm$ 0,88	6,3 $\pm$ 0,88	7,3 $\pm$ 0,50	5,3 $\pm$ 0,45

Отже, підгодівля бджіл з додаванням до цукрового сиропу Co та Ge цитратів нанотехнологічних стимулює мінеральний обмін в їхньому організмі й оптимізує вміст мікроелементів у продукції, що вказує на доцільність застосування цих добавок у живленні бджіл у весняний період.

ВИСНОВКИ

1. Роздільне і сумісне згодовування бджолам Co і Ge цитратів нанотехнологічних з цукровим сиропом зумовлює зміни у співвідношенні мікроелементів у їхній продукції з підвищенням ($p < 0,001$) вмісту Fe у меді за дії 30 мкг Co та зниженням токсичних важких металів (Pb, Cd) у перзі за дії 60 мкг Ge (III гр), 30 мкг Co (II гр) і їх поєднання у IV групі.

2. Більше виражений фізіологічний вплив застосованих цитратів Co і Ge нанотехнологічних на вміст досліджених мікроелементів у перзі та меді встановлено за умов комплексного згодовування 30 мкг Co і 60 мкг Ge цитратів.

3. Додавання Co і Ge цитратів до цукрового сиропу у період весняної підгодівлі бджіл оптимізувало фізико-хімічні показники меду з підвищенням ($p < 0,05$) вмісту проліну і діастазного числа на тлі не вірогідного зниження вмісту води.

Перспективи досліджень. Доцільно провести дослідження впливу Co і Ge цитратів нанотехнологічних на вміст мікроелементів у тканинах організму бджіл і визначити репродуктивну здатність бджолиних маток за цих умов.

References

Bakour Meryem, Fernandes Ângela, Barros Lillian, Sokovic Marina & Lyoussi Badiâa. (2019). Bee bread as a functional product: Chemical composition and bioactive properties LWT-Food Science and Technology, 109. 276-282.

Bleha Roman, Shevtsova Tetiana, Vojtěch Kružik Tetiana, Šorpilová Tereza, Saloň Ivan, Erban Vladimír, Brindza Ján, Brovarskyi Valerii, Sinica Andrej. (2019). Bee breads from Eastern Ukraine: composition, physical properties and biological activities. Czech Journal of Food Sciences, 37. (1): 9–20.

Chepurnoy, I.P. (2002). Ekspertiza kachestva meda [Examination of honey quality]. M., 112. [in Russian].

Čermakova, T., (2007). Bee Bread - a bioindicator of the condition of environment, In: Proceedings of XLth Scientific Apicultural Conference, Poland, 112.

Ivanišová, E., Kačániová, M., Frančáková, H., Petrová, J., Hutková. J., Brovarskyi, V., Velychko, S., Adamchuk, L., Schubertová, Z., Musilová, J. (2015). Bee bread-perspective source of bioactive compounds for future. Potravinarstvo. 1. 592–598.

Formicki, G., Gren, A., Stawarz, R., Zysk, B., & Gal, A. (2013). Metal content in honey, propolis, wax and bee pollen and implications for metal pollution monitoring. Polish Journal of Environmental Studies, 22(1). 99-106.

Lazarieva, L.M. (2014). Kontrol yakosti ta bezpechnosti medu. [Quality control and safety of honey]. Pasika, 6. 24-25. [in Ukrainian].

Lazarieva, L.M. (2015). Pokaznyky vmistu prolinu yak kryterii otsinky yakosti medu riznoho pokhodzhennia [Indicators of proline content as a criterion for assessing the quality of honey of different origins]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten NDTs biobezpeky ta ekolohichnoho kontroliu resursiv APK, 3(4). 97-101.[in Ukrainian].

Med naturalnyi. Tekhnichni umovy: DSTU 4497:2005. – Chynnyi vid 28 hrudnia 2005 r. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 21. [in Ukrainian].

Ohe, W.V.D., Dustmann J., Ohe K. V. D (1991). Prolin als Kriterium der Reife des Honigs. Deutsche Lebensmittelrundschau, 87. 383–386.

Pyslar, H.V. (2012). Yakist produktsii bdzhilnytstva: svitovyi dosvid ta vitchyzniana praktyka. [Quality of beekeeping products: world experience and domestic practice.]. Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu, 2(2). 296-307.

Roman, A., Madras-Majewska, B., Popiela, E., (2011). Comparative study of selected toxic elements in propolis and honey, J. Apic. Sci., 55(2), 97-106.

Yakubchak, O. & Konovalova, A. (2014). Vymohy do bezpeky ta yakosti medu [Requirements for honey safety and quality]. Veterinary medicine of Ukraine, 12 (226), 19–22. [in Ukrainian].

Zhelyazkova, I., Atanasova, S., Barakova, V., Mihaylova, G. (2010). Content of heavy metals and metalloids in bee and bee products from areas with different degree of anthropogenic impact, J. Agr. Sci. Tech., 3(1). 136-142.