

УДК 638.12:612.397:57.068.8

МІНЕРАЛЬНИЙ І ЛІПІДНИЙ СКЛАД ПРОДУКЦІЇ БДЖІЛЬНИЦТВА ТА ЇЇ ЯКІСТЬ ЗА УМОВ ТРАДИЦІЙНОГО Й ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В ЗОНІ ПОЛІССЯ

Л. М. Ковальська, Р. С. Федорук, І. І. Ковальчук, Л. І. Романів
ecology@inenbiol.com.ua

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

Дослідження проведені на виробничих базах суміжних пасічних господарств, розміщених у традиційних агроекологічних умовах та в умовах сертифікованого органічного сільськогосподарського виробництва Чернігівської області. Подано результати досліджень мінерального складу продукції бджільництва і показників якості та біологічної цінності меду, а також відносного вмісту фракцій ліпідів у перзі.

У результаті проведених досліджень встановлено, що утримання медоносних бджіл в агроекологічних умовах органічної пасіки супроводжується нижчим вмістом важких металів у продукції бджільництва. Досліджено вміст Купруму, Хрому, Кобальту, Цинку і Кадмію в меді, перзі та вощині медоносних бджіл, які утримувалися в умовах традиційного та сертифікованого органічного сільськогосподарського виробництва в зоні Полісся. Встановлено, що агроекологічні умови органічного сільськогосподарського виробництва сприяють вірогідному зниженню вмісту Cu, Co, Cr, Zn і Cd в меді. Відзначено збільшення вмісту проліну та показників рН у зразках меду з пасіки за умов органічного сільськогосподарського виробництва. Подані дані про вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їх класів у перзі за умов традиційного та сертифікованого органічного виробництва. Встановлено вірогідне зниження вмісту фосфоліпідів, моно- та диацилгліцеролів і триацилгліцеролів у зразках перги, відібраних з сертифікованої пасіки.

Обговорюється визначальний вплив агроекологічних умов утримання та живлення медоносних бджіл на показники мінерального, ліпідного обміну, життєдіяльності бджіл та якості меду.

Ключові слова: ПРОДУКЦІЯ БДЖІЛЬНИЦТВА, ЗАГАЛЬНІ ЛІПІДИ, ПЕРГА, МЕД, ВАЖКІ МЕТАЛИ, АГРОЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ

MINERAL AND LIPID COMPOSITION OF BEEKEEPING PRODUCTS AND QUALITY FOR THE TRADITIONAL AND ORGANIC PRODUCTION AT POLISSYA

L. Kovalska, R. Fedoruk, I. Kovalchuk, L. Romaniv
ecology@inenbiol.com.ua

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

The research has been conducted at production bases of neighboring farms located in the traditional agroecological conditions and at certified organic agricultural production of Chernihiv region. The results of studies of mineral composition of bee products, quality indicators and biological value of honey and relative content of lipid fractions of ambrosia are presented.

As a result of studies it has been established that the keeping of honeybees in agroecological conditions of organic apiary is accompanied by lower content of heavy metals in products beekeeping. The content of copper, chromium, cobalt, zinc and cadmium in honey, ambrosia and wax of honey bees that were kept under conditions of conventional and certified organic agricultural production in the area of Polissya has been studied. It has been established that agricultural environmental conditions of organic agriculture contribute to credible reduction of Cu, Co, Cr, Zn and Cd in honey. The increase of proline and pH in samples of honey from the apiary conditions for organic agricultural production has been marked. The data on total lipid content and of individual classes in ambrosia under traditional and certified organic production conditions are presented. The probable reduction of phospholipids, mono- and triacylglycerols and diacylglycerols in ambrosia samples that were selected from certified apiary has been established.

The decisive influence of agroecological conditions and supply of honey bees, as well as indicators of mineral, lipid metabolism, and quality of life of bees honey is discussed.

Keywords: PRODUCTS OF BEEKEEPING, BREAD POLLEN, HONEY, HEAVY METALS, AGROECOLOGICAL CONDITIONS

МИНЕРАЛЬНЫЙ И ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ ПРОДУКЦИИ ПЧЕЛОВОДСТВА И ЕЕ КАЧЕСТВО В УСЛОВИЯХ ТРАДИЦИОННОГО И ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЗОНЕ ПОЛЕСЬЯ

Л. М. Ковальская, Р. С. Федорук, И. И. Ковальчук, Л. И. Романів
ecology@inenbiol.com.ua

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

Исследования проведены на производственных базах смежных пасечных хозяйств, расположенных в традиционных агроэкологических условиях и в условиях, сертифицированных по органическому сельскохозяйственному производству пчел в Черниговской области. Представлены результаты исследований минерального состава, показателей качества и биологической ценности меда, а также относительного содержания фракций липидов в перге.

В результате проведенных исследований установлено, что содержание медоносных пчел в агроэкологических условиях органической пасеки сопровождается низким содержанием тяжелых металлов в продукции пчеловодства. Исследовано содержание Купрума, Хрома, Кобальта, Цинка и Кадмия в меде, перге и вошине медоносных пчел, которые содержались в условиях традиционного и сертифицированного органического сельскохозяйственного производства в зоне Полесья. Установлено, что агроэкологические условия органического сельскохозяйственного производства способствуют достоверному снижению содержания Cu, Co, Cr, Zn и Cd в меде. Отмечено увеличение содержания пролина и показателей pH в образцах меда с пасеки в условиях органического сельскохозяйственного производства. Представленные данные о содержании общих липидов и соотношении отдельных их классов в перге как продукции пчел в условиях сертифицированного и органического производства. Установлено достоверное снижение содержания фосфолипидов, моно- и диацилглицеролов и триацилглицеролов в образцах перги, которые были отобраны из сертифицированной пасеки.

Обсуждается определяющее влияние агроэкологических условий содержания и питания медоносных пчел на показатели минерального, липидного обмена, жизнедеятельности пчел и качества меда.

Ключевые слова: ПРОДУКЦИЯ ПЧЕЛОВОДСТВА, ПЕРГА, МЕД, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Продукти бджільництва — це лише частина тієї користі, яку бджоли дають людині. Збираючи нектар, бджоли запилюють різні сільськогосподарські культури, завдяки чому значно підвищується їхня урожайність. Поряд зі збільшенням виробництва меду на пасіках багатьох господарств широко практикують одержання інших видів продуктів бджільництва, зокрема перги, маточного молочка, воску та бджолиного обніжжя. Таке комплексне використання бджолиних сімей дає можливість значно знизити собівартість продукції і підвищити економічну ефективність галузі.

Для нормальної життєдіяльності і розмноження бджолина сім'я, незалежно від періоду сезону року та агроекологічних умов,

повинна отримувати з кормом білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни та воду [1]. Характерно, що головним природним джерелом білків, жирів для бджіл є квітковий пилок, а мінеральних речовин і вітамінів — ще й мед. У практиці традиційного бджільництва багатьох країн світу, де запаси нектару невеликі, застосовується часткова заміна меду цукром для підгодівлі бджіл, а також стимулювання росту й розвитку сімей. Така підгодівля збільшує ризик внесення ксенобіотиків до корму на тлі виснаження організму щодо синтезу ферменту інвертази. Встановлено, що переробка бджолами великої кількості цукрового сиропу за короткий проміжок часу викликає у них підвищену потребу в інвертазі, яка виділяється в недо-

статній кількості через обмежену можливість залоз бджіл [2]. Тому ведення органічного бджільництва стабілізує живлення бджіл і обмін речовин у їхньому організмі, у яких макро- і мікроелементи та ліпіди відіграють провідну роль.

Серед мінеральних речовин за умов органічного бджільництва значну увагу приділяють важким металам, що належать до групи речовин, потенційно небезпечних для здоров'я тварин і людини. Наявність високо-небезпечних важких металів у бджолопродуктах, що виникає лише за умов традиційного бджільництва, може свідчити про наявність їх підвищених рівнів у навколишньому середовищі [3, 4]. За умов органічного сільськогосподарського виробництва вміст ксенобіотиків у біологічних системах довкілля контролюється відповідно до розроблених стандартів, що суттєво зменшує рівень трансформації важких металів у продукцію бджіл. Поряд з цим, вміст мінеральних елементів і ліпідів та їх фракцій у перзі як природному кормі бджіл свідчить про екологічну безпечність та енергетичний рівень їх живлення. У зв'язку з цим метою нашого дослідження було порівняльне вивчення впливу розміщення пасік в агроєкологічних умовах традиційного та органічного сільськогосподарського виробництва на вміст окремих мінеральних і ліпідних елементів у продукції медоносних бджіл та її якісні показники.

Матеріали і методи

Дослідження провели на виробничих базах суміжних пасічних господарств, розміщених у традиційних екологічних умовах, а також в умовах сертифікованої пасіки щодо органічного виробництва в Городнянському районі Чернігівської області. У цьому регіоні було сформовано дві групи бджолосімей: І група — традиційні умови (с. Студенець), ІІ група — сертифікована пасіка (с. Ясенівка). Для дослідження у весняно-літній період відбирали зразки меду, перги та стільників. У зразках бджолоїної продукції на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК з комп'ютерною програмою визначали вміст

важких металів (Co, Zn, Cr, Cu, Cd), а також якісні показники поліфлорного меду, зокрема вміст проліну, діастазну активність, масову частку води, рН. Крім цього, у перзі визначали вміст загальних ліпідів за методом J. A. Folch. Статистичне опрацювання результатів проводили з визначенням середніх величин, їхніх відхилень ($\pm m$) і ступеня вірогідності (P) за коефіцієнтом Стюдента.

Результати й обговорення

Забруднення навколишнього середовища важкими металами призводить до нагромадження цих елементів у рослинній і тваринній сировині та продукції, внаслідок чого знижується її якість. Організм бджіл надзвичайно чутливий до екологічного стану довкілля, оскільки інтенсивно і в значних кількостях нагромаджує різні ксенобіотики, зокрема важкі метали [5]. Встановлено, що навіть незначна концентрація деяких токсичних речовин у воді, повітрі, нектарі або пилку медоносних рослин часто призводить до масового ураження та загибелі бджіл, оскільки, збираючи нектар і пилок, разом з ними бджоли поглинають і наявні у них ксенобіотики.

За результатами дослідження вмісту окремих важких металів у стільниках, встановлено вірогідно нижчу концентрацію Кобальту, Хрому і тенденцію для Цинку в ІІ групі бджіл, які утримувалися в умовах органічного виробництва. У дослідженнях вмісту Кадмію та Купруму в стільниках медоносних бджіл відзначено лише слідові кількості зазначених елементів (Табл. 1).

Аналізуючи вміст окремих важких металів у меді, встановлено нижчі рівні досліджуваних елементів у зразках за умов органічного виробництва, а для Кобальту спостерігали лише залишкові кількості. Встановлено вірогідно нижчу концентрацію Цинку ($P < 0,01$), Купруму та Кадмію ($P < 0,001$) у меді бджіл ІІ групи порівняно з контрольною. Відомо, що у процесі переробки нектару в мед використовується фізіологічна особливість медового зобика бджіл як біологічного фільтра, що дає можливість цим комахам акумулювати у своєму організмі різні

**Мінеральний склад продуктів бджільництва з пасік Полісся
за різних агроекологічних умов, мг/кг ($M \pm m$, $n=3$)**

Важкі метали	Групи пасік за агроекологічними умовами Полісся	
	I — традиційне бджільництво	II — органічне бджільництво
Стільники		
Кобальт	0,62±0,05	0,07±0,01***
Цинк	2,93±0,04	2,59±0,07
Хром	3,56±0,22	2,62±0,2**
Купрум	сліди	сліди
Кадмій	сліди	сліди
Мед		
Кобальт	0,63±0,03	сліди
Цинк	5,59±0,26	2,23±0,41**
Хром	3,31±0,27	2,81±0,20
Купрум	0,54±0,05	0,17±0,01***
Кадмій	0,49±0,01	0,08±0,005***
Перга		
Кобальт	0,87±0,02	0,22±0,03***
Цинк	37,69±1,25	22,31±1,12***
Хром	3,56±0,06	3,31±0,01*
Купрум	4,49±0,23	3,29±0,05**
Кадмій	0,31±0,003	0,042±0,01***

*Примітка:**— $P<0,05$; **— $P<0,01$; *** — $P<0,001$ вірогідної різниці між I і II групами

токсичні елементи і цим частково перешкоджати проникненню їх у вироблену ними продукцію [6].

Наявність перги є невід'ємною умовою для вирощування життєздатного розплоду, живлення бджіл, росту і розвитку бджолосімей, їхньої продуктивності, а її якість може бути інтегральним показником екологічного стану навколишнього середовища. Перга містить більший рівень мінеральних речовин, ніж мед, за рахунок значного вмісту пилку [3]. Дослідженнями встановлено вірогідно нижчий вміст Кобальту, Цинку і Кадмію ($P<0,001$), а також Купруму ($P<0,01$) та Хрому ($P<0,05$) у перзі медоносних бджіл II групи з органічної пасіки порівняно з I групою з традиційним бджільництвом.

Контроль якості натурального меду має важливе значення не лише за вимогами нормативів споживання цього цінного продукту, але й за узагальненою оцінкою екологічного стану територій, з яких його було відібрано. У меді є велика кількість різних ферментів, наявність яких свідчить про його високу біологічну цінність. Основні ферменти, що містяться в меді — це глюкооксидаза, інвертаза

і діастаза. Найбільш вагоме значення має активність діастази, яка з кількісної характеристики прямо пов'язана з іншими ферментами, що містяться в меді [7, 8]. За результатами досліджень, встановлено вищу активність діастази у зразках меду із сертифікованої пасіки щодо традиційного виробництва. Зокрема, діастазне число в меді II групи було на 39 % вищим ($P<0,001$), ніж у контрольній групі (Табл. 2). Встановлені міжгрупові відмінності активності діастази в меді вказують на вищий рівень утворення цього ензиму в організмі бджіл за умов органічного виробництва, що може бути зумовлено активацією захисних функцій бджолиних сімей за дії несприятливих екологічних чинників і негативних умов інтенсивного сільськогосподарського виробництва.

Важливим щодо біологічної цінності та якості меду є вміст у ньому проліну — вільної амінокислоти, яка потрапляє в натуральний мед з нектару квітів, пилкових зерен, виробляється бджолами і в значній кількості міститься в натуральному меді. Встановлено на 40,5 % вищий вміст проліну у зразках меду із сертифікованої пасіки порівняно

Таблиця 2

**Фізико-хімічні показники поліфлорного меду
за умов традиційного та органічного бджільництва ($M \pm m$, $n=3$)**

Показник	Групи пасік за агроекологічними умовами Полісся	
	I — традиційне бджільництво	II — органічне бджільництво
Діастазне число, од. Готе	10,83±0,54	27,36±0,34***
Пролін, мг/кг	192,93±1,35	271,18±7,01***
Масова частка води, %	17,13±0,06	17,06±0,06
pH	4,75±0,006	4,04±0,003***

з величиною цього показника у меді з пасіки за умов традиційного виробництва, що вказує на високу біологічну цінність цього продукту з органічної пасіки. Значно вищий рівень проліну в меді з органічної пасіки може бути зумовлений як збільшенням його вмісту у нектарі медоносних рослин, так синтезу в організмі бджіл за стимулюючого впливу чинників живлення цих біологічних об'єктів в умовах органічного сільськогосподарського виробництва.

Одним із важливих показників якості меду, його зрілості є масова частка води. За результатами досліджень, масова частка води була низькою в зразках меду за умов як органічного, так і традиційного виробництва, що відповідає чинним нормативам і свідчить про високу зрілість меду.

Кислоти в меді знаходяться у вільному стані у складі солей і ефірів і потрапляють в мед з нектаром, паддю, пилковими зернами, виділеннями залоз бджіл, а також синтезуються в процесі ферментативного розкладання і окиснення цукрів. Досліджено, що рівень pH меду за умов органічного виробництва у II групі був нижчим порівняно зі зразками меду з традиційної пасіки. Це вка-

зує на вищий рівень мікробіологічних процесів у період дозрівання меду у вуликах та кращу можливу його збереженість і харчову цінність, що забезпечується умовами органічної пасіки.

На основі проведених досліджень перги, відібраної від бджолиних сімей, що утримувались за умов традиційного і органічного ведення галузі бджільництва в зоні Полісся, не встановлено суттєвих відмінностей за вмістом загальних ліпідів, проте одержані результати вказують на вірогідні міжгрупові різниці щодо співвідношення окремих класів загальних ліпідів в досліджуваних зразках перги з цих екологічних зон (Табл. 3). Зокрема встановлено вірогідне зниження вмісту фосфоліпідів (16,8 %, $P<0,01$), моно- та диацилгліцеролів (21,4 %, $P<0,01$), а також триацилгліцеролів (6,7 %, $P<0,02$) у зразках перги, відібраних з органічної пасіки в с. Ясенівка порівняно зі зразками перги з пасіки в с. Студенець, екологічна зона якої характеризується традиційним веденням бджільництва. Однак перга бджіл II групи з органічної зони характеризувалась суттєво вищим (на 21,9 %, $P<0,001$) вмістом етерифікованого холестеролу порівняно з пергою бджіл I групи,

Таблиця 3

**Вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у перзі
за умов традиційного та органічного бджільництва ($M \pm m$, $n=3$)**

Класи ліпідів	Групи бджіл за агроекологічними умовами Полісся	
	I — традиційне бджільництво	II — органічне бджільництво
Загальні ліпіди, г%	4,90±0,28	4,70±0,17
Фосфоліпіди, %	15,96±0,26	13,29±0,25**
Моно- та диацилгліцеролі, %	11,75±0,31	9,24±0,29**
Вільний холестерол, %	12,87±0,29	13,77±0,28
НЕЖК, %	8,17±0,28	7,41±0,19
Триацилгліцеролі, %	21,74±0,29	20,29±0,24*
Етерифікований холестерол, %	29,48±0,25	35,95±0,18***

одержаної в зоні відбору дослідних зразків за умов традиційного ведення бджільництва.

Встановлені відмінності відносного вмісту окремих класів ліпідів у перзі бджіл I і II груп можуть зумовлюватися особливостями рівня ліпідних компонентів у пилку медоносних рослин в умовах традиційного та органічного ведення бджільництва та формування перги у бджолиних сім'ях цих груп.

Отже, результати проведених досліджень вказують, що утримання медоносних бджіл в агроекологічних умовах традиційного та органічного бджільництва супроводжується міжгруповими відмінностями мінерального та ліпідного складу продукції бджіл з вірогідно нижчим вмістом у ній важких металів, деяких якісних показників меду, відмінностями співвідношення окремих класів ліпідів у перзі.

Висновки

1. Ведення бджільництва за умов органічного сільськогосподарського виробництва в зоні Полісся сприяє зниженню вмісту Co, Zn, Cr, Cu і Cd у стільниках, меді та перзі, що вказує на визначальний вплив антропогенно-техногенних чинників на вміст мінеральних елементів у продукції бджільництва.

2. Агроекологічні умови органічного сільськогосподарського виробництва в зоні Полісся забезпечують покращення біологічної цінності і якості меду за рахунок вищого рівня діастази і проліну та нижчого вмісту масової частки води і показника рН.

3. Відносний вміст окремих класів ліпідів в перзі дає підставу стверджувати про вплив агроекологічних умов сільськогосподарського виробництва і ботанічного складу пилконосіїв

на біологічну цінність пилку цих рослин як основного ліпідно-протеїнового корму бджіл.

Перспективи подальших досліджень.

Доцільно вивчити мінеральний склад та якісні показники продукції медоносних бджіл з урахуванням рівня важких металів у бджолиному обніжжі, вошині та перзі за агро-екологічних умов традиційного й органічного виробництва в Західному регіоні України.

1. Fedoruk R. S., Romaniv L. I., Kovalchuk I. I. The content of certain heavy metals in tissues and products of honey-bees under the condition of their feeding with native soy flour adding chloride and aqunano chrome citrate. *The Animal Biology*, 2015, vol. 17, № 1, pp. 140–148. (In Ukrainian)

2. Bogdanov S. Haldimann M., Luginbuhl W., Gallmann P. **Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects.** *Jornal of Apicultural Research and Bee World*, 2007, vol. 46 (4), pp. 269–275.

3. Fedoruk R. S., Kovalchuk I. I., Ravis Y. F., Saranchuk I. I. Heavy metals and lipids acids content in the tissues and production of bees from different agroecologic zones of Carpatian region. *Miedzynarodowa Konferencja Naukowa «Osiagniecia naukowe a praktyka zootechniczna»*, Krakow, 2009, pp. 18–22.

4. Cell G., Maccagnani B. **Honey bees as bio-indicators of environmental pollution.** *Bulletin of Insectology*. 2003, Vol. 56 (1), pp. 137–139.

5. Chaney R. L., Ryan J. A., Kukier U., Brown S. L. Heavy metal aspects of compost use. In: Stoffella P. J., Khan B. A., editors. **Compost utilization in horticultural cropping systems.** Boca Raton, FL: CRC Press LLC; 2001, pp. 324–359.

6. 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.

7. Joney K. C. Honey as an indicator of heavy metal contamination, *Water Air Soil Pollut*, 1987, vol. 33, № ½, pp. 179–189.

8. White J. W. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *BeeWorld.*, 1994, 75, pp. 104–117.