

УДК 638.17:632.15

Разанов О. С.

науковий співробітник лабораторії анітерапії,
ННЦ «Інститут бджільництва імені П. І. Прокоповича
Київ, Україна

E-mail: Razanovoleksandr@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0676-5795

Попівняк Т. Р.

студент,
Львівський національний університет природокористування
Львів, Україна

E-mail: Oksanabuhgalter1@gmail.com

ORCID: 0009-0003-9852-408X

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ВИРОБНИЦТВО ГОМОГЕНАТУ ТРУТНЕВИХ ЛИЧИНОК ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ В НЬОМУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Анотація

В Україні та світі останніми роками спостерігається зростання інтересу до пошуку альтернативних джерел повноцінного білка. Одним із таких джерел є трутневі личинки, які вирощуються медоносними бджолами. Вони не лише є джерелом білка, але й мають високу концентрацію біологічно активних сполук, таких як вітаміни, мінеральні речовини й інші корисні складові. Білковий аніпродукт, отриманий із трутневих личинок, містить ідеально збалансований амінокислотний і жирнокислотний склад. Гомогенат трутневих личинок – це один із маловідомих продуктів бджільництва, який отримують із трутневих личинок віком від 3 до 7 днів. Мета роботи полягала у визначенні впливу періоду цвітіння нектаропилконосу на виробництво гомогенату трутневих личинок і концентрацію в ньому важких металів. Гомогенат трутневих личинок виробляли у два періоди під час цвітіння нектаропилконосів ріпаку озимого та різнотрав'я, липи та гречки. Личинки трутневих личинок отримували за допомогою будівельних рамок. Відбір личинок проводили на 7-му добу їхнього життя. У проведених дослідженнях вивчали вплив цвітіння певного виду нектаропилконосу на виробництво гомогенату трутневих личинок і концентрацію в ньому важких металів. Виробництво гомогенату трутневих личинок за сезон на сім'ю становило 0,94 кг, з яких 77% припадає на період цвітіння липи та гречки і 23% – ріпаку озимого та весняного різнотрав'я. Найбільше вироблено гомогенату у сім'ях силою 9,5 вулика з перевагою на 47,9% і 71,3% бджолиних сімей силою 6,5 і 4,5 вулика відповідно. За вмістом важких металів у гомогенаті перевищень гранично допустимих концентрацій не виявлено. Менший вміст свинцю, кадмію, цинку та міді виявлено в гомогенаті, виробленому в період цвітіння озимого ріпаку та весняного різнотрав'я. У гомогенаті трутневих личинок, виробленому під час цвітіння озимого ріпаку і різнотрав'я, коефіцієнт безпеки був нижчий на 29,6% за свинцем, на 40% – за кадмієм, на 26,0% – за цинком і на 14,2% за міддю порівняно з показниками в період цвітіння липи та гречки.

Ключові слова: гомогенат трутневих личинок, важкі метали, концентрація, виробництво.

Вступ. Білки в харчуванні людини відіграють важливу роль, тому їх постійне надходження потрібне для здоров'я та функціонування організму. Зважаючи на зниження імунітету в сучасних екологічних умовах, пошук альтернативних джерел білка з імуномодулюючими властивостями може бути особливо важливим. Враховуючи це, виробництво продуктів із високим вмістом натурального білка й біологічно активних речовин може стати одним з ефективних шляхів у корекції імунітету та підтримці здоров'я [11].

Останніми роками спостерігається зростання інтересу до пошуку альтернативних джерел повноцінного білка, особливо в контексті екологічного виробництва. Продукти з личинок комах є одними з можливих варіантів вирішення цієї проблеми [8]. Трутневі личинки швидко розвиваються протягом дуже короткого періоду (5–6 діб), ефективно використовуючи ресурси та забезпечуючи високий вміст білка й інших корисних речовин. Вони набирають значний запас поживних речовин за короткий період і це дає їм змогу розвиватися в імаго. Під час цього процесу природним шляхом синтезується комплекс речовин, що містяться в організмі личинки. Личинки можна використовувати як джерело харчування для людей, а також вони можуть бути цінним додатковим джерелом білка [1].

Трутневі личинки, вирощені медоносними бджолами, є не лише джерелом білка, але й мають високу концентрацію біологічно активних сполук, зокрема вітаміни, мінеральні речовини й інші корисні складові [25]. Цей унікальний комплекс легко засвоюється організмом, і його можна використовувати як інгредієнт для виробництва різноманітних харчових продуктів. Білковий аніпродукт із трутневих личинок містить ідеально збалансований амінокислотний і жирнокислотний склад. Білок у личинковому продукті належить до повноцінного, оскільки

він містить усі незамінні амінокислоти, потрібні для нормального розвитку живого організму [6]. Незважаючи на низький вміст кальцію, личинки бджоли є хорошим джерелом фосфору, магнію, калію, заліза, цинку, міді та селену [20].

Гомогенат трутневих личинок є одним із маловідомих продуктів бджільництва. Його отримують із трутневих личинок віком 3–7 днів. Біомаса з трутневих личинок є новим біологічно активним продуктом апітехнології, і вона має подібні властивості з маточним молочком, яке також відоме своїми корисними властивостями. Маточне молочко містить різноманітні хімічні сполуки природного походження і специфічні компоненти бджолиного походження [7]. Молочко багате на біологічно активні речовини, такі як ферменти, вітаміни, амінокислоти, гормони та нуклеїнові кислоти. Ці компоненти маточного молочка чутливі до світла, температури, вологості, а також піддаються механічним і хімічним впливам. Унаслідок впливу цих факторів біологічна активність маточного молочка може змінюватися, що впливає на його корисні властивості [12]. Міщенко та ін. [2] вважають, що отримання маточного молочка повинно здійснюватися з урахуванням сезону, конкретних умов, завдань та обсягу виробництва.

Однак, як і з будь-якими новими продуктами, важливо враховувати якість, безпеку продукції бджільництва. Упровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР у виробництві гомогенату трутневих личинок є важливим кроком для підвищення якості, безпеки та конкурентоспроможності продукції. Ця система забезпечує постійний контроль на всіх етапах технологічного процесу, починаючи з постачання сировини та закінчуючи виготовленням кінцевого продукту. Виробники, які впроваджують систему НАССР, здатні виявляти потенційні ризики та проблеми на ранніх стадіях виробництва, що дає їм змогу оперативно реагувати й усувати недоліки. Це сприяє забезпеченню високої якості продукції та підтримує довіру споживачів до продукту.

Медоносна бджола (*Apis mellifera* L.) та її продукти (мед, пилок, віск і прополіс) можуть бути дуже корисними як біомонітори важких металів. Медоносні бджоли постійно піддаються впливу забруднювачів у радіусі 5 км навколо пасіки протягом їх активного періоду сезону. Повітря і ґрунт містять важкі метали й можуть бути джерелами забруднення бджолиної сім'ї та її продуктів. Продукти бджільництва мають високу адсорбцію небезпечних речовин із навколишнього середовища. Діяльність людини призводить до потрапляння сторонніх речовин у мед ще до його відкачування зі стільників. Екологічне забруднення спричиняє контамінацію меду важкими металами й іншими шкідливими речовинами. На цей час важкі метали викликають серйозне занепокоєння, вони шкідливі для людей, тварин і схильні до біоаккумуляції в харчовому ланцюгу. Бджолине гніздо є джерелом забруднювачів навколишнього середовища, оскільки бджоли під час збору нектару та пилку ненавмисно їх накопичують. Розташування бджолиних сімей, медоноси, регіональна діяльність поблизу пасік впливають на бджіл, а також на склад їхніх продуктів [19]. Результати аналізу Conti et al. [16] показали, що мед, віск, прополіс і пилок є безпечними для споживання.

Вид корму є основним шляхом для забруднювачів навколишнього середовища, які потрапляють у харчовий ланцюг медоносних бджіл [27]. Структура нектароносного конвеєра базується на наявних джерелах медозбору відповідної місцевості, які склалися незалежно від потреб бджільництва. Серед таких джерел можна виділити посіви гречки, ріпаку озимого, соняшнику, фруктові сади, різнотрав'я, які забезпечують доступ бджіл до необхідних ресурсів для збору нектару, білкової та іншої продукції бджільництва [5, 24]. Результати Cozmuta et al. [17] свідчать про зменшення забруднення важкими металами продуктів бджільництва таким чином: медоносні бджоли > трутні > прополіс > віск > личинки бджіл > мед > маточне молочко. За результатами проведених ними досліджень можливо спрогнозувати місяць із найбільшим і найменшим впливом медоносного сезону на рівень забруднення.

Під час пошуку корму медоносні бджоли контактують із забруднювальними частинками ґрунту та пилку. Забруднювачі бджолами переносяться у вулик, тим самим впливаючи на мікроелементний склад меду, бджолиного воску та перги. Крім того, мікроелементи, що поглинаються з ґрунту через кореневу систему рослин, зрештою впливають на мікроелементний склад нектару та пилку, які збираються та транспортуються бджолами у вулик [23, 26]. Скрипка та Касянчук [9] виявили, що маточне молочко найменше забруднюється цими речовинами серед інших продуктів бджільництва. Рівень накопичення шкідливих речовин у меді залежить від виду рослин, з яких зібрано нектар для його виробництва. Акацієвий мед виявився найчистіший, тоді як соняшниковий мед мав найвищий рівень забруднення, що свідчить про різні властивості рослин у накопиченні цих речовин. Вміст мінералів у меді відносно низький [22, 26]. Низка факторів впливають на мінеральний склад меду, включно з типом ґрунту, медоносними культурами, кліматичними умовами та використанням неорганічних добрив. Переважними елементами в меді є калій, хлор, сірка, натрій, фосфор, магній, кремній, залізо і мідь. Надмірна кількість забруднювальних мікроелементів, що переносяться у вулик, може негативно змінити склад меду, створюючи ризик для здоров'я споживачів [26]. Зокрема, токсичні метали, такі як кадмій і свинець, становлять значний ризик для медоносних бджіл і людей [18].

Ягич і Лосевим [14, 15] досліджено вміст важких металів у трутневому гомогенаті, отриманому з різновікових личинок, які вирощувалися у стільниках різного терміну використання. Мінеральний рівень міді в личинках, вирощених у темних стільниках, на 5–6-й день більший порівняно зі світлими. Однак із подальшим ростом

личинки ця тенденція змінювалася зворотно пропорційно на користь стільників старшого віку. Найбільший вміст цинку у трутневих личинках припадає на 5–6-й день їх росту, а із 7-го дня його кількість поступово зменшується. Встановлено, що протягом тривалого періоду використання стільників робочими бджолами вони піддаються суттєвим фізичним змінам, зокрема щодо накопичення важких металів. Стільники, що використовувалися бджолами протягом тривалого періоду, забруднюються важкими металами. Це може стати джерелом забруднення гомогенату. Гомогенат трутневих личинок ефективний у лікуванні хворих на туберкульоз легень [10].

У лісостеповій зоні України продуктивне вирощування трутневого розплоду у бджолиних сім'ях розпочинається із середини травня і закінчується в першій декаді липня. На зростання площі трутневого розплоду в річному циклі бджолиної сім'ї впливає систематичне стимулювання відбудови відповідних комірок для відкладання маткою незапліднених яєць [14]. У таких трутневих комірках бджоли інтенсивніше вирощують розплід, ніж у перебудованих комірках звичайного бджолиного стільника. Співвідношення між кількістю вирощеного сім'ями бджолиного та трутневого розплоду протягом пасічницького сезону становить 38 : 1, а в разі застосування трутневих стільників – 25 : 1. Найбільшої маси досягають личинки 7–8-денного віку – 0,32 г. Зі збільшенням віку личинок поступово знижується їх маса (від 152,1 до 142,0 мг). Личинки, відібрані після 9-ї доби свого розвитку, втрачають у своїй масі від 6,25 до 10%. Причиною такого зниження ваги є біологічні закономірності у їх розвитку. Після запечаткування комірок у стадії передлялечки й лялечки ними витрачається багато поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів) не тільки на прядіння кокона, але й на інші характерні для перетворень процеси.

Підгодівля заміниками білкового корму стимулює бджіл до вирощування більшої кількості розплоду. Використання у складі білкових підгодівель соєвого пептону в період підтримуючого медозбору сприяло підвищенню виробництва гомогенату трутневих личинок на 79,6% порівняно з використанням знежиреного соєвого борошна [3, 4].

Використання в раціоні дорослих кнурів-плідників великої білої породи гомогенату трутневих личинок істотно впливало на якісні та кількісні показники сперми: збільшується вага еякуляту на 10%, концентрація спермій – 16,1%, кількість спермій в еякуляті – 33,5%, рухливість спермій – 10,6% та їх виживаність – на 14,7% [13].

Згодовування гідролізату соєвого молока у складі підгодівель у період низького надходження в гнізда квіткового пилку стимулювало бджіл до вирощування більшої кількості трутневого розплоду, а тому й отримано на 22,7% більше гомогенату трутневих личинок. Водночас спостерігалася певна залежність між восковою продуктивністю бджолиних сімей і масою одержаного гомогенату трутневих личинок. За підвищення виробництва воску на 9,8% збільшується одержання гомогенату трутневих личинок на 22,7% [4].

Завдяки високому вмісту в гомогенаті трутневих личинок біологічно активних речовин певного застосування цієї продукції набуває в харчуванні людини. Але найбільше застосовується гомогенат у годівлі бджіл як білковий корм [21].

Основна мета досліджень полягала у визначенні впливу періоду цвітіння нектаропилконосу на виробництво гомогенату трутневих личинок і концентрацію в ньому важких металів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Гомогенат трутневих личинок виробляли у два періоди під час цвітіння нектаропилконосів ріпаку озимого та різнотрав'я, липи та гречки. Личинки трутневих личинок отримували за допомогою будівельних рамок. Будівельні рамки розміщували у бджолиному гнізді між останнім стільником із розплідом і першим стільником із кормом. Видалені з будівельних рамок трутневі личинки були сировиною для виробництва гомогенату. Відбір трутневих личинок проводили на 7-му добу їхнього життя. Після видалення зі стільників із трутневих личинок пресуванням отримували гомогенатну масу. Далі цю масу пропускали через капроновий фільтр, після чого її зважували.

На першому етапі досліджень вивчали вплив цвітіння певного виду нектаропилконосу та сили бджолиної сім'ї на виробництво гомогенату трутневих личинок. У визначенні впливу періоду цвітіння нектаропилконосу на виробництво гомогенату трутневих личинок було задіяно 231 бджолину сім'ю. У дослідженні з вивчення впливу сили бджолиної сім'ї на кількість гомогенату трутневих личинок було сформовано три групи (сила сім'ї 9,5, 6,5 і 4,5 вулика) по 5 сімей у кожній. На другому етапі досліджували концентрацію важких металів у гомогенаті трутневих личинок залежно від періоду цвітіння нектаропилконосів. Дослідження проводилося на двох групах (у період цвітіння ріпаку озимого та весняного різнотрав'я і липи та гречки), у яких були задіяні по 5 бджолиних сімей у кожній.

Виробництво гомогенату трутневих личинок залежить від сезону року та цвітіння певного виду нектаропилконосу. Результати досліджень показали, що виробництво гомогенату за сезон у середньому на сім'ю становило 0,945 кг, з яких 77% припадає на період цвітіння основних нектаропилконосів (липа та гречка) та 23% – у період цвітіння ріпаку озимого та різнотрав'я (табл. 1). Кожна бджолина сім'я вирощувала різну кількість трутневого розплоду, тому й отримано різні результати з виробництва гомогенату трутневих личинок. Коливання у значеннях під час цвітіння ріпаку озимого і весняного різнотрав'я спостерігалася від 0,067 до 0,270 кг, липи і гречки – від 0,305 до 1,25 кг. Максимальну кількість гомогенату трутневих личинок одержували від бджолиних сімей під час цвітіння липи та гречки (1,250 кг), найменшу – озимого ріпаку та різнотрав'я (0,067 кг). Перевага за виробництвом цієї продукції в середньому по групах бджолиних сімей була за періодом цвітіння липи та гречки – у 3,6 рази більше.

Таблиця 1. Виробництво гомогенату трутневих личинок, кг ($M \pm m$, $n = 231$)

Нектаропилконоси	Виробництво гомогенату трутневих личинок		
	мінімальне значення	максимальне значення	середнє значення
Ріпак озимий і різнотрав'я	0,067 ± 0,034	0,270 ± 0,009	0,218
Липа, гречка	0,305 ± 0,027	1,250 ± 0,14	0,777
Разом за сезон	0,372	1,520	0,945

Аналізуючи вплив сили бджолиних сімей на кількість виробленого гомогенату трутневих личинок, потрібно відмітити, що найвищу кількість вироблено бджолиними сім'ями, які перед початком цвітіння озимого ріпаку та різнотрав'я займали в середньому 9,5 вулика бджіл (0,95 кг) (табл. 2). Значно менше продукції отримано у бджолиних сім'ях, які займали 6,5 і 4,5 вулика, з різницею на 47,9% і 71,3% проти показника у найсильнішої сім'ї.

Таблиця 2. Вплив сили бджолиних сімей на виробництво гомогенату трутневих личинок, кг ($M \pm m$, $n = 5$)

Сила бджолиних сімей, вуличок	Кількість бджолиних сімей, штук	Вироблено гомогенату трутневих личинок, у середньому по групі, кг
4,5 ± 0,5	5	0,273 ± 0,024
6,5 ± 0,1	5	0,495 ± 0,030
9,5 ± 0,5	5	0,950 ± 0,015

Період відбору трутневих личинок для виробництва гомогенату також мав вплив на концентрацію мінеральних елементів у ньому. За результатами досліджень виявлено, що за вмістом важких металів у гомогенаті перевищень гранично допустимих концентрацій не виявлено. У гомогенаті трутневих личинок, виробленому під час цвітіння липи та гречки, вміст свинцю, кадмію цинку та міді був нижчим за гранично допустимі рівні у 37 разів, 33,3 раза, 43,1 та 67,6 раза відповідно (табл. 3).

Таблиця 3. Концентрація важких металів у гомогенаті трутневих личинок, мг/кг ($M \pm m$, $n = 5$)

Назва елемента	Гомогенат трутневих личинок, вироблений під час цвітіння			
	липи та гречки		ріпаку озимого та весняного різнотрав'я	
	ГДК	фактична концентрація	ГДК	фактична концентрація
Свинець	1,0	0,027 ± 0,007	1,0	0,019 ± 0,0012
Кадмій	0,05	0,0015 ± 0,0005	0,05	0,0009 ± 0,00003
Цинк	10	0,232 ± 0,033	10	0,174 ± 0,022
Мідь	5,0	0,074 ± 0,003	5,0	0,059 ± 0,004

Деяко нижчі показники за вмістом важких металів отримано в гомогенаті трутневих личинок, одержаних в період цвітіння ріпаку озимого та весняного різнотрав'я. Зокрема, вміст свинцю нижчий за гранично допустимі рівні у 52,6 раза, кадмію – у 55,6 раза, цинку – у 57,5 раза та міді – у 84,7 раза. Водночас потрібно відмітити нижчий вміст у гомогенаті трутневих личинок, виробленому в період цвітіння озимого ріпаку та весняного різнотрав'я, свинцю на 29,6%, кадмію – на 40,0%, цинку – на 25,0% та міді – на 20,3% порівняно з аналогічною продукцією, виробленою в період цвітіння гречки та різнотрав'я.

На коефіцієнт накопичення важких металів впливав вміст цих металів у меді, що також залежало від забрудненості ґрунтів, на яких вирощувалися нектаропилконоси. Виявлено нижчий коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію, цинку та міді (табл. 4) у гомогенаті трутневих личинок, виробленому в період цвітіння озимого ріпаку та різнотрав'я на 2,7, 25, 41 і 3,3% відповідно порівняно з аналогічною продукцією, виробленою в період цвітіння гречки та липи.

Таблиця 4. Коефіцієнт накопичення важких металів у гомогенаті трутневих личинок залежно від періоду цвітіння нектаропилконосів ($M \pm m$, $n = 5$)

Важкі метали	Гомогенат трутневих личинок, вироблений під час цвітіння			
	липи та гречки		ріпаку озимого та різнотрав'я	
	вміст у ґрунті, мг/кг	$K_{\text{нак}}$	вміст у ґрунті, мг/кг	$K_{\text{нак}}$
Свинець	0,72 ± 0,027	0,037	0,69 ± 0,06	0,027
Кадмій	0,24 ± 0,013	0,060	0,20 ± 0,15	0,045
Цинк	4,5 ± 0,21	0,051	5,75 ± 0,4	0,030
Мідь	1,2 ± 0,32	0,061	1,0 ± 0,11	0,059

Коефіцієнт небезпеки важких металів у гомогенаті трутневих личинок не перевищував граничну межу 1,0 (табл. 5).

Таблиця 5. Коефіцієнт небезпеки важких металів і мікроелементів у гомогенаті трутневих личинок, мг/кг ($M \pm m$, $n = 5$)

Важкі метали	Гомогенат трутневих личинок, вироблений під час цвітіння					
	липи та гречки			ріпаку озимого та різнотрав'я		
	ГДК	фактична концентрація	$K_{\text{неб}}$	ГДК	фактична концентрація	$K_{\text{неб}}$
Свинець	1,0	0,027 ± 0,07	0,027	1,0	0,019 ± 0,002	0,019
Кадмій	0,05	0,015 ± 0,001	0,3	0,05	0,009 ± 0,0003	0,18
Цинк	10	0,232 ± 0,033	0,023	10	0,174 ± 0,022	0,017
Мідь	5	0,074 ± 0,003	0,014	5	0,059 ± 0,0003	0,012

Поряд із цим потрібно відмітити, що в гомогенаті трутневих личинок, виробленому під час цвітіння озимого ріпаку і різнотрав'я, коефіцієнт небезпеки був нижчий на 29,6% за свинцем, на 40% – за кадмієм, на 26,0% – за цинком і на 14,2% за міддю порівняно з аналогічною продукцією, виробленою в період цвітіння липи та гречки.

Висновки. Під час цвітіння липи та гречки отримано найбільшу кількість гомогенату трутневих личинок. Виявлено зв'язок між силою бджолиних сімей і кількістю виробленого гомогенату трутневих личинок.

За вмістом важких металів у гомогенаті перевищень ГДК не виявлено. Менший вміст свинцю, кадмію, цинку та міді виявлено в гомогенаті, виробленому в період цвітіння озимого ріпаку та весняного різнотрав'я.

У гомогенаті трутневих личинок, виробленому під час цвітіння озимого ріпаку і різнотрав'я, коефіцієнт небезпеки був нижчий на 29,6% за свинцем, на 40% – за кадмієм, на 26,0% – за цинком та на 14,2% за міддю порівняно з показниками в період цвітіння липи та гречки.

Список використаних джерел

- Гречка Г. М. Виробництво та біологічна цінність личинкового продукту бджільництва. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2010. Т. 12. № 3 (45). Ч. 4. С. 24–30.
- Мищенко О. А., Литвиненко О. М., Криворучко Д. І., Іщенко Я. А. Біологічні та технологічні особливості отримання бджолиного маточного молочка. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2020. № 1. С. 111–117. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-111-117.
- Недашківський В. Вплив часткових заміників білкового корму бджіл на виробництво гомогенату трутневих личинок. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2020. Вип. 22 (92). С. 15–18. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9203>.
- Недашківський В. М. Вплив гідролізу соєвого молока на виробництво бджолиними сім'ями воску та гомогенату трутневих личинок. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2016. № 2. С. 78–82.
- Новгородська Н. В., Разанова О. П., Льотка Г. І. Оптимізація забезпечення безперервного нектароносного конвеєра у бджільництві. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 72–84. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-3-6.
- Прохода І., Постоецько В., Гречка Г. Основні аспекти біологічної цінності та перспективного використання в харчових технологіях апіпродукту з трутневих личинок. *Бджільництво України*. 2022. Вип. 1 (4). С. 45–52. <https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2020.4.09>.
- Разанова О. П., Голубенко Т. Л., Скоромна О. І. Шляхи підвищення конкурентоспроможності галузі бджільництва у контексті євроінтеграційних процесів: монографія. Видавництво: ТОВ «Друк», 2023. 279 с.
- Разанова О. П., Безносюк А. М. Перспективи використання у годівлі свиней борошна з личинок комах чорна львинка. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2024. Вип. 1 (56). С. 91–99. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.1.11>.
- Скрипка Г. А., Касянчук В. В. Порівняльний аналіз вмісту хлорорганічних та фосфорорганічних пестицидів у меді та продуктах бджільництва. *Біологія тварин*. 2015. Т. 17. № 1. С. 99–108.
- Цапенко Ю. П., Бойко М. Г., Гречка Г. М., Носик Н. І., Краєвська О. О. Ефективність застосування продукту бджільництва в комплексному лікуванні хворих з уперше діагностованим інфільтративним туберкульозом легень. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*. 2011. Т. 11. Вип. 4 (36). С. 88–90.
- Черкасова А. І., Гречка Г. М., Прохода І. О. Гомогенат трутневих личинок – новий продукт бджільництва для виготовлення апіпрепаратів. *Бджільництво*. 2002. Вип. 24. С. 101–103.
- Шамро М. О., Шамро Л. П., Шамро Т. М. Збереження якості маточного молочка в маточниках. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 3. С. 68–70.
- Шоста А. М., Ємець Я. М., Мороз О. Г., Ступарь І. І., Павлова І. В., Маслак М. М. Вплив гомогенату трутневих личинок на якість спермопродукції у кнурів-плідників. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93). С. 113–118. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.14>.
- Ягіч Г., Лосев О. Аналіз вмісту трутневого гомогенату залежно від інтенсивності росту личинок у стільниках різної генерації. *Тваринництво України*. 2020. № 1. С. 16–22.
- Ягіч Г. О., Лосев О. М. Біохімічний склад гомогенату трутневих личинок. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. № 7 (35). С. 171–174.
- Conti M.E., Astolfi M.L., Finoia M.G., Massimi L., Canepari S. Biomonitoring of element contamination in bees and beehive products in the Rome province (Italy). *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29 (24). P. 36057–36074. DOI: 10.1007/s11356-021-18072-3.
- Cozmuta A.M., Bretan L., Cozmuta L.M., Nicula C., Peter A. Lead traceability along soil-melliferous flora-bee family-apiary products chain. *Journal of Environmental Monitoring*. 2012. Vol. 14. P. 1622–1630. <https://doi.org/10.1039/c2em30084b>.

18. da Cunha Martins Jr.A., Carneiro M.F.H., Grotto D., Adeyemi J.A., Barbosa Jr.F. Arsenic, cadmium, and mercury-induced hypertension: Mechanisms and epidemiological findings. *Journal of Toxicology and Environment Health. Part B, Critical reviews*. 2018. Vol. 21 (2). P. 61–82. DOI: 10.1080/10937404.2018.1432025.
19. Farias R.A., Nunes Ch.N., Quináia S.P. Bees reflect better on their ecosystem health than their products. *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. Vol. 30 (33). P. 79617–79626. DOI: 10.1007/s11356-023-28141-4.
20. Finke M.D. Nutrient composition of bee brood and its potential as human food. *Ecology of Food and Nutrition*. 2005. Iss. 44. Vol. 4. P. 257–270. <https://doi.org/10.1080/03670240500187278>.
21. Ghosh S., Meyer-Rochow V.B., Jung Ch. Honey bees and their brood: a potentially valuable resource of food, worthy of greater appreciation and scientific attention. *Journal of Ecology and Environment*. 2021. 45: 31. <https://doi.org/10.1186/s41610-021-00212-y>.
22. Hernández O.M., Fraga J.M.G., Jiménez A.I., Jiménez F. Characterization of honey from the Canary Islands: Determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. *Food Chemistry*. 2005. Vol. 93. Is. 3. P. 449–458. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.036>.
23. Losfeld G., Saunier J.-B., Grison C. Minor and trace elements in apiculture products from a historical mining district (Les Malines, France). *Food Chemistry*. 2014. Vol. 146. P. 455–459. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.105>.
24. Razanova O., Kucheriavy V., Tsaruk L., Lotka H., Novgorodska N. Productive flight activity of bees in the active period in the conditions of Vinnytsia region. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2021. Vol. 9 (4). № 2138. DOI: 10.31893/jabb.21038.
25. Sidor E., Džugan M. Drone Brood Homogenate as Natural Remedy for Treating Health Care Problem: A Scientific and Practical Approach. *Molecules*. 2020. Vol. 25 (23). № 5699. <https://doi.org/10.3390/molecules25235699>.
26. Solayman M., Islam M.A., Paul S., Ali Y., Khalil M.I., Alam N., Gan S.H. Physicochemical properties, minerals, trace elements, and heavy metals in honey of different origins: a comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2016. Vol. 15 (1). P. 219–233. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12182>.
27. Wang Ts.-H., Jian Ch.-H., Hsieh Yi-K., Wang F.N., Wang Ch.-F. Spatial distributions of inorganic elements in honeybees (*Apis mellifera* L.) and possible relationships to dietary habits and surrounding environmental pollutants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013. Vol. 61 (21). № 5009-15. <https://doi.org/10.1021/jf400695w>.

Razanov O. S.

Researcher of the Laboratory of Apitherapy,
National Scientific Center “Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich”
Kyiv, Ukraine

E-mail: Razanovoleksandr@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0676-5795

Popivnyak T. R.

student,
Lviv National University Environmental
Lviv, Ukraine

E-mail: Oksanabuhgalter1@gmail.com

ORCID: 0009-0003-9852-408X

FACTORS INFLUENCING THE PRODUCTION AND INTENSITY OF HEAVY METALS ACCUMULATION IN THE HOMOGENATE OF DRONE LARVAE

Abstract

In Ukraine and the world, in recent years there has been a growing interest in finding alternative sources of complete protein. One such source is drone larvae, which are raised by honey bees. They are not only a source of protein, but also have a high concentration of biologically active compounds, such as vitamins, minerals and other useful components. The protein apiprodukt obtained from drone larvae contains a perfectly balanced amino acid and fatty acid composition. Homogenate of drone larvae is one of the little-known products of beekeeping, which is obtained from drone larvae aged from 3 to 7 days. The aim of the work was to determine the effect of the flowering period of nectarine on the production of homogenate of drone larvae and the concentration of heavy metals in it. The homogenate of drone larvae was produced in two periods during the flowering of the nectar-pollen stalks of winter rape and forage, linden and buckwheat. Larvae of drone larvae were obtained using construction frames. Larvae were selected on the 7th day of their life. In the conducted studies, the effect of the flowering of a certain species of nectarine on the production of homogenate of drone larvae and the concentration of heavy metals in it was studied. The production of homogenate of drone larvae per season per family was 0.945 kg, of which 77% occurred during the flowering period of linden and buckwheat and 23% – during the winter and spring rapeseed rape. The most homogenate was produced in families with a strength of 9.5 hives, with an advantage of 47.9% and 71.3% of bee families with a strength of 6.5 and 4.5 hives, respectively. The content of heavy metals in the homogenate did not exceed the maximum allowable concentrations. A lower content of lead, cadmium, zinc and copper was found in the homogenate produced during the flowering period of winter rapeseed and spring forage. In the homogenate of drone larvae produced during the flowering of winter rapeseed and forage, the hazard ratio was lower by 29.6% for lead, 40% for cadmium, 26.0% for zinc, and 14.2% for copper, compared to the flowering period of linden and buckwheat.

Key words: homogenate of drone larvae, heavy metals, concentration, production.

References

- Hrechka, H.M. (2010). Vyrobnystvo ta biolohichna tsinnist lychynkovoho produktu bdzhilnytstva [Production and biological value of the larval product of beekeeping]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S.Z. Gzhyskoho. Seriiia "Silskohospodarski nauky"*. Vol. 12. № 3(45). Part 4. P. 24–30 [in Ukrainian].
- Mishchenko, O.A., Lytvynenko, O.M., Kryvoruchko, D.I., & Ishchenko, Ya.A. (2020). Biolohichni ta tekhnolohichni osoblyvosti otrymannia bdzholynoho matochnoho molochka [Biological and technological features of obtaining bee royal jelly]. *Tekhnolohiia vyrobnystva i pererobky produktsii tvarynnytstva*. № 1. P. 111–117. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-111-117 [in Ukrainian].
- Nedashkivskiy, V. (2020). Vplyv chastkovykh zaminnykiv bilkovoho kormu bdzhil na vyrobnystvo homohenatu trutnevyykh lychynok [The influence of partial protein substitutes for bees on the production of homogenate of drone larvae]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S.Z. Gzhyskoho. Seriiia "Silskohospodarski nauky"*. Issue 22(92). P. 15–18. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9203> [in Ukrainian].
- Nedashkivskiy, V.M. (2016). Vplyv hidrolizatu soievoho moloka na vyrobnystvo bdzholynomy simiamy vosku ta homohenatu trutnevyykh lychynok [The effect of soy milk hydrolyzate on the production of wax and drone larvae homogenate by bee colonies]. *Tekhnolohiia vyrobnystva i pererobky produktsii tvarynnytstva*. № 2. P. 78–82 [in Ukrainian].
- Novhorodska, N.V., Razanova, O.P., & Lotka, H.I. (2021). Optyimizatsiia zabezpechennia bezperervnoho nektaronosnoho konveiera u bdzhilnytstvi [Optimizing the provision of a continuous nectar-bearing conveyor in beekeeping]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. № 3 (22). P. 72–84. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-3-6 [in Ukrainian].
- Prokhoda, I., Postoienco, V., & Hrechka, H. (2022). Osnovni aspekty biolohichnoi tsinnosti ta perspektyvnoho vykorystannia v kharchovykh tekhnolohiiakh apiproduktu z trutnevyykh lychynok [Main aspects of biological value and prospective use in food technologies of apiproduct from drone larvae]. *Bdzhilnytstvo Ukrainy*. Issue 1 (4). P. 45–52. <https://doi.org/10.46913/bee-keepingjournal.2020.4.09> [in Ukrainian].
- Razanova, O.P., Holubenko, T.L., & Skoromna, O.I. (2023). Shliakhy pidvyshchennia konkurentospromozhnosti haluzi bdzhilnytstva u konteksti yevrointehratsiinykh protsesiv [Ways to increase the competitiveness of the beekeeping industry in the context of European integration processes]: monohrafiia. Vydavnytstvo: Druk, 279 p. [in Ukrainian].
- Razanova, O.P., & Beznosiuk, A.M. (2024). Perspektyvy vykorystannia u hodivli svynei boroshna z lychynok komakhy chorna lvyuka [Prospects for using flour from the larvae of the black lionfish in pig feeding]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu (Tvarynnytstvo)*. Issue 1 (56). P. 91–99. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.1.11> [in Ukrainian].
- Skrypka, H.A., & Kasianchuk, V.V. (2015). Porivnialnyi analiz vmistu khlororhanichnykh ta fosfororhanichnykh pestytsydiv u medi ta produktakh bdzhilnytstva [Comparative analysis of the content of organochlorine and organophosphorus pesticides in honey and beekeeping products]. *Biolohiia tvaryn*. Vol. 17. № 1. P. 99–108 [in Ukrainian].
- Tsapenko, Yu.P., Boiko, M.H., Hrechka, H.M., Nosiuk, N.I., & Kraievska, O.O. (2011). Efektyvnist zastosuvannia produktu bdzhilnytstva v kompleksnomu likuvanni khvorykh z upershe diahnostovanyim infiltratyvnym tuberkulozom lehen [The effectiveness of the use of beekeeping products in the complex treatment of patients with newly diagnosed infiltrative pulmonary tuberculosis]. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny: Visnyk Ukrainskoi medychnoi stomatolohichnoi akademii*. Vol. 11. Issue 4 (36). P. 88–90 [in Ukrainian].
- Cherkasova, A.I., Hrechka, H.M., & Prokhoda, I.O. (2002). Homohenat trutnevyykh lychynok – novyi produkt bdzhilnytstva dlia vyhotovlennia apipreparativ [Homogenate of drone larvae is a new beekeeping product for the production of apipreparations]. *Bdzhilnytstvo*. Issue 24. P. 101–103 [in Ukrainian].
- Shamro, M.O., Shamro, L.P., & Shamro, T.M. (2011). Zberezhennia yakosti matochnoho molochka v matochnyykh [Preservation of the quality of royal jelly in queens]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. № 3. P. 68–70 [in Ukrainian].
- Shostia, A.M., Yemets, Ya.M., Moroz, O.H., Stupar, I.I., Pavlova, I.V., & Maslak, M.M. (2019). Vplyv homohenatu trutnevyykh lychynok na yakist spermoproduktii u knuriv-plidnykiv [The effect of homogenate of drone larvae on the quality of sperm production in breeding boars]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. № 2 (93). P. 113–118. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.14> [in Ukrainian].
- Yahich, H., & Losiev, O. (2020). Analiz vmistu trutnevoho homohenatu zalezho vid intensyvnosti rostu lychynok u stilnykakh riznoi heneratsii [Analysis of the content of drone homogenate depending on the intensity of growth of larvae in honeycombs of different generations]. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. № 1. P. 16–22 [in Ukrainian].
- Yahich, H.O., & Losiev, O.M. (2018). Biokhimichni sklad homohenatu trutnevyykh lychynok [Biochemical composition of homogenate of drone larvae]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. № 7 (35). P. 171–174 [in Ukrainian].
- Conti, M.E., Astolfi, M.L., Finoia, M.G., Massim, L., & Canepari, S. (2022). Biomonitoring of element contamination in bees and beehive products in the Rome province (Italy). *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 29 (24). P. 36057–36074. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18072-3>.
- Cozmuta, A.M., Bretan, L., Cozmuta, L. M., Nicula, C., & Peter, A. (2012). Lead traceability along soil-melliferous flora-bee family-apiary products chain. *Journal of Environmental Monitoring*. Vol. 14. P. 1622–1630. <https://doi.org/10.1039/c2em30084b>.
- da Cunha, M. Jr.A., Carneiro, M.F.H., Grotto, D., Adeyemi, J.A., & Barbosa, Jr.F. (2018). Arsenic, cadmium, and mercury-induced hypertension: Mechanisms and epidemiological findings. *Journal of Toxicology and Environment Health*. Part B, Critical reviews. Vol. 21 (2). P. 61–82. <https://doi.org/10.1080/10937404.2018.1432025>.
- Farias, R.A., Nunes, Ch.N., & Quináia, S.P. (2023). Bees reflect better on their ecosystem health than their products. *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 30 (33). P. 79617–79626. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28141-4>.
- Finke, M.D. (2005). Nutrient composition of bee brood and its potential as human food. *Ecology of Food and Nutrition*. Issue 44. Vol. 4. P. 257–270. <https://doi.org/10.1080/03670240500187278>.
- Ghosh, S., Meyer-Rochow, V.B., & Jung, Ch. (2021). Honey bees and their brood: a potentially valuable resource of food, worthy of greater appreciation and scientific attention. *Journal of Ecology and Environment*. 45: 31. <https://doi.org/10.1186/s41610-021-00212-y>.

-
22. Hernández, O.M., Fraga, J.M.G., Jiménez, A.I., & Jiménez, F. (2005). Characterization of honey from the Canary Islands: Determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. *Food Chemistry*. Vol. 93. Issue 3. P. 449–458. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.036>.
23. Losfeld, G., Saunier, J.-B., & Grison, C. (2014). Minor and trace elements in apiary products from a historical mining district (Les Malines, France). *Food Chemistry*. Vol. 146. P. 455–459. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.105>.
24. Razanova, O., Kucheriavy, V., Tsaruk, L., Lotka, H., & Novgorodska, N. (2021). Productive flight activity of bees in the active period in the conditions of Vinnytsia region. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. Vol. 9 (4). № 2138. <https://doi.org/10.31893/jabb.21038>.
25. Sidor, E., & Džugan, M. (2020). Drone Brood Homogenate as Natural Remedy for Treating Health Care Problem: A Scientific and Practical Approach. *Molecules*. Vol. 25 (23). № 5699. <https://doi.org/10.3390/molecules25235699>.
26. Solayman, M., Islam, M.A., Paul, S., Ali, Y., Khalil, M.I., Alam, N., & Gan, S.H. (2016). Physicochemical properties, minerals, trace elements, and heavy metals in honey of different origins: a comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 15 (1). P. 219–233. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12182>.
27. Wang, Ts.-H., Jian, Ch.-H., Hsieh, Yi-K., Wang, F.N., & Wang, Ch.-F. (2013). Spatial distributions of inorganic elements in honeybees (*Apis mellifera* L.) and possible relationships to dietary habits and surrounding environmental pollutants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 61 (21). № 5009-15. <https://doi.org/10.1021/jf400695w>.