

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

РАЗАНОВ ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

УДК 638.16:638.13:504.5(477.4)(292.485)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ БДЖІЛЬНИЦТВА В УМОВАХ  
ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ МЕДОНОСНИХ УГІДЬ  
ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

06.02.04 – технологія виробництва продуктів тваринництва  
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ О.С. Разанов

Науковий керівник:

ОГОРОДНІЧУК Галина Михайлівна,  
кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент

Вінниця – 2024

## АНОТАЦІЯ

**Разанов О.С. Оцінка якості продукції бджільництва в умовах забруднення важкими металами медоносних угідь Лісостепу правобережного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.02.04 – технологія виробництва продуктів тваринництва, Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Вінниця, 2024.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню антропогенного впливу важких металів на нектаропилконосні угіддя, медоносну рослинність і продукцію бджільництва та удосконаленню елементів технології виробництва продукції бджільництва в цих умовах.

За результатами проведених досліджень оптимізовано та удосконалено елементи технології виробництва продукції бджільництва в умовах техногенного навантаження на нектаропилконосні угіддя, що сприяло підвищенню використання нектаропилконосної бази у весняний період та зниженню вмісту важких металів (свинцю, кадмію) та мікроелементів (цинку та міді) у меді, бджолиному обніжжі, перзі та гомогенаті трутневих личинок.

У дисертаційній роботі вирішено наступні завдання: досліджено концентрацію важких металів і мікроелементів у ґрунтах нектаропилконосних угідь польової сівозміни та вегетативній масі ентомофільних сільськогосподарських культур; проаналізовано виробництво меду, бджолиного обніжжя, перги, гомогенату трутневих личинок та досліджено в них вміст важких металів і мікроелементів; удосконалено елементи технології збереження та утримання сильних бджолиних сімей в умовах домінуючих посівів соняшнику у нектаропилконосному конвеєрі; досліджено ефективність виробництва продукції бджільництва за вирощування ріпаку озимого в нектаропилконосному конвеєрі за удосконалення елементів технології утримання і збереження сили бджолиних

сімей; проведено економічну оцінку результатів досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що вперше досліджено вміст важких металів (свинцю, кадмію, цинку та міді) у ясно-сірих, сірих лісових та темно-сірих ґрунтах сільськогосподарських нектаропилконосних угідь за інтенсивного землеробства в умовах Лісостепу правобережного. Визначено інтенсивність накопичення важких металів у вегетативній масі основних ентомофільних сільськогосподарських нектаропилконосів (ріпак озимий, гречка, соняшник). Вперше досліджено розвиток і продуктивність бджолиних сімей за формування кормових запасів на зимовий період під час підтримуючого медозбору до початку цвітіння соняшнику в умовах домінуючих посівів соняшнику у нектаропилконосному конвеєрі. Вперше визначено особливості накопичення важких металів і мікроелементів у розчинній та нерозчинній фракціях пилку, меді, бджолиному обніжжі, перзі та гомогенаті трутневих личинок, вироблених в умовах інтенсивного землеробства та на територіях, що постраждали внаслідок воєнних дій. Удосконалено елементи технології утримання сильних бджолиних сімей в умовах домінуючих посівів соняшнику в нектаропилконосному конвеєрі. Набуло подальшого розвитку вчення про підвищення якості продукції бджільництва, виробленої в умовах впливу інтенсивного землеробства та внаслідок негативного впливу воєнних дій на нектаропилконосні угіддя.

Практичне значення результатів досліджень полягає в експериментальному встановленні особливостей накопичення в меді, бджолиному обніжжі, перзі та гомогенаті трутневих личинок свинцю, кадмію, цинку та міді в умовах інтенсивного землеробства сільськогосподарських нектаропилконосних угідь Лісостепу правобережного, що дає можливість виробництва продукції бджільництва прогнозованої якості.

Виявлено, що в умовах нектаропилконосних сільськогосподарських угідь Лісостепу правобережного ясно-сірі лісові ґрунти характеризуються

найвищим рівнем свинцю та кадмію. Глибокий обробіток ґрунту (28-30 см) порівняно з поверхневим (10-14 см) сприяє зниженню вмісту важких металів. В умовах досліджуваних нектаропилконосних угідь Вінниччини виявлено у вегетативній масі соняшнику вищий вміст свинцю на 42,6%, кадмію – у 2,0 рази, цинку – на 16,1% та міді – на 24,0% порівняно з ріпаком озимим, порівняно з гречкою – відповідно на 27,6% або у 2,2 рази та на 37,8%, або у 2,3 рази. Виробництво товарного меду з медоносів саду, ріпаку озимого та різнотрав'я склало 18,5%, липи, гречки і різнотрав'я – 13,5%, соняшнику та різнотрав'я – 72,3%.

За результатами досліджень встановлено, що інтенсивність накопичення важких металів і мікроелементів у меді залежала від ботанічного походження нектаропилконосів, рівня мінеральних речовин та техногенного навантаження на ґрунти. У меді, виробленому з нектару медоносів саду і ріпаку озимого нижчий вміст важких металів. Збільшення золи у соняшниковому меді супроводжувалося підвищеним вмістом свинцю на 14,3% та кадмію – на 23,8% порівняно з ріпаківим. Техногенний вплив воєнних дій збільшував у ґрунтах сільськогосподарських нектаропилконосних угідь вміст важких металів, що спричинило підвищенню концентрації у меді свинцю у 3,6 рази, кадмію – у 2,6 рази та цинку – у 2,0 рази.

Виявлено, що виробництво бджолиного обніжжя з ріпаку озимого і різнотрав'я склало 54,6%, гречки і різнотрав'я – 27,0%, соняшнику і різнотрав'я – 18,4%. Бджолине обніжжя з ріпаку озимого мало найнижчий вміст важких металів. Виявлено вищий вміст свинцю і кадмію у нерозчинній у воді фракції бджолиного обніжжя з квіткового пилку трав'яних пилконосів порівняно з деревними пилконосами. За підвищення внаслідок техногенного навантаження воєнних дій у ґрунтах свинцю у 3,74 рази, кадмію – у 2,7 рази та цинку – у 1,9 рази спостерігалось підвищення вмісту цих елементів у бджолиному обніжжі, відповідно у 15,6; 6,6 та 1,8 рази.

Встановлено, що в умовах нектаропилконосних угідь Лісостепу

правобережного на досліджуваних територіях Вінниччини на виробництво перги з ріпаку озимого та різнотрав'я припадає 54,5%, гречки та різнотрав'я – 27,2%, соняшнику та різнотрав'я – 18,2%. Основне виробництво гомогенату трутневих личинок (77%) відбувається у період цвітіння липи та гречки. Виявлено, що найменше забруднені важкими металами перга і гомогенат трутневих личинок у період цвітіння ріпаку озимого і різнотрав'я.

У меді, бджолиному обніжжі і перзі, вироблених в період цвітіння основного нектаропилконосу ріпаку озимого, нижчий вміст свинцю відповідно на 34,6%, 26,0 і 24,4%, кадмію – на 37,5%, 43,2 і 46,1%, цинку – на 47,6%, 8,8 і 1,7% і міді – на 41,3%, 8,6 і 9,7% порівняно з періодом цвітіння гречки, а порівняно з періодом цвітіння соняшнику, відповідно менше свинцю – на 15,0%, 33,3 і 30,3%, кадмію – на 23,1%, 50,0 і 48,7%, цинку – на 35,8%, 29,7 і 25,6% та міді – на 28,1%, 28,8 і 11,1%.

Формування кормових запасів на зимовий період шляхом поповнення їх за рахунок підгодівлі бджіл цукровим сиропом у період підтримуючого медозбору до цвітіння соняшнику сприяло підвищенню розвитку бджолиних сімей, збереженню їх сили.

Результати досліджень було використано під час підготовки навчального посібника, що застосовується у навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету.

Наукова новизна одержаних результатів підтверджена деклараційним патентом України на корисну модель «Спосіб використання порушених внаслідок бойових дій ґрунтів в період їх реабілітації» (№ U202300889).

**Ключові слова:** бджолині сім'ї, нектаропилконоси, цукровий сироп, мед, бджолине обніжжя, перга, гомогенат трутневих личинок, свинець, кадмій, цинк, мідь, коефіцієнт накопичення.

## SUMMARY

**Razanov O.S. Assessment of the quality of beekeeping products in conditions of heavy metal contamination of the honey-bearing lands of the Right-Bank Forest-Steppe. – Qualifying scientific work on manuscript rights.**

Dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences, specialty 06.02.04 – livestock production technology, Vinnytsia National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Vinnytsia, 2024.

The dissertation is devoted to the study of the anthropogenic impact of heavy metals on nectar-pollen-bearing lands, honey-bearing vegetation and beekeeping products and the improvement of elements of beekeeping production technology in these conditions.

On the basis of literary and experimental research results, the production of beekeeping products was optimized and improved in the conditions of man-made load on nectar-pollen-bearing lands, which contributed to the increase in the use of the nectar-pollen-bearing base in the spring period and the reduction of the content of heavy metals (lead, cadmium) and trace elements (zinc and copper) in honey, bee pollen, pollen and homogenates of drone larvae.

The following tasks were solved in the dissertation work: to investigate the concentration of heavy metals and trace elements in the soils of the nectar-pollen-bearing lands of the field crop rotation and the vegetative mass of entomophilous agricultural crops; analyze the production of honey, bee pollen, pollen, homogenate of drone larvae and investigate the content of heavy metals and trace elements in them; to improve the elements of the technology of preservation and maintenance of strong bee colonies in the conditions of dominant sunflower crops in the nectar-pollen conveyor; to investigate the efficiency of production of beekeeping products when growing winter rapeseed in a nectar-pollen conveyor for improving the elements of the technology of keeping and preserving the strength of bee colonies; conduct an economic evaluation of research results.

The scientific novelty of the obtained results is that for the first time the content of heavy metals (lead, cadmium, zinc and copper) in light-gray, gray forest and dark-gray soils of agricultural nectar-pollen-bearing lands under intensive farming in the conditions of the Right Bank Forest Steppe was investigated. The intensity of accumulation of heavy metals in the vegetative mass of the main entomophilous agricultural nectar pollinators (winter rapeseed (*Brassica napus L.*),

buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), sunflower (*Heliánthus ánnuus*) was determined. For the first time, the development and productivity of bee colonies for the formation of food reserves for the winter period during the supporting honey collection before the beginning of sunflower flowering in the conditions of dominant sunflower crops in the nectar-pollen conveyor were investigated. For the first time, the features of the accumulation of heavy metals and trace elements in the soluble and insoluble fractions of pollen, honey, bee pollen, and homogenate of drone larvae produced under conditions of intensive agriculture and in the territories affected by military operations were determined. The elements of the technology of keeping strong bee families in the conditions of dominant sunflower crops in the nectar-pollen conveyor have been improved. The doctrine of improving the quality of beekeeping products, produced under the influence of intensive agriculture and as a result of the negative impact of military actions on nectar-pollen-bearing lands, gained further development.

The practical significance of the research results lies in the experimentally established features of the accumulation of lead, cadmium, zinc and copper in honey, bee honey, pollen and homogenate of drone larvae in the conditions of intensive farming of the agricultural nectar-pollen-bearing lands of the Right-Bank Forest-Steppe, which makes it possible to produce beekeeping products of the predicted quality.

It was found that in the conditions of the nectar-pollen-bearing agricultural lands of the Right-Bank Forest-Steppe, the light-gray forest soils are characterized by the highest levels of lead and cadmium. Deep tillage (28-30 cm) compared to surface tillage (10-14 cm) affects the reduction of the content of heavy metals. In the conditions of the investigated nectar-pollen-bearing lands of Vinnytsia region, it was found that the vegetative mass of sunflower had a higher content of lead by 42.6%, cadmium by 2.0 times, zinc by 16.1%, and copper by 24.0% compared to winter rape, compared to buckwheat – 2.2 times, 2.3 times, by 27.6% and 37.8%, respectively. The production of commercial honey from rapeseed and forbs made up 18.5%, buckwheat and forbs – 13.5%, sunflower and forbs – 72.3%.

Based on the results of the research, it was established that the intensity of accumulation of heavy metals and trace elements in honey depended on the botanical origin of the nectarine, the level of mineral substances and the man-made load on the soil. The honey produced from the nectar of garden honeybees and winter rape has a lower content of heavy metals. The increase in ash in sunflower honey increased the content of lead by 14.3% and cadmium by 23.8% compared to rapeseed honey. The man-made influence of military actions increased the content of heavy metals in the soil of agricultural nectarine, which caused the concentration of lead in copper to increase by 3.6 times, cadmium by 2.6 times, and zinc by 2.0 times.

It was found that the production of bee honey from winter rapeseed and forbs accounted for 54.6%, buckwheat and forbs – 27.0%, sunflower and forbs – 18.4%. Bee honey from winter rape had the lowest content of heavy metals. A higher content of lead and cadmium was found in the water-insoluble fraction of bee pollen from the pollen of grass pollinators compared to tree pollinators. As a result of the man-made load of military operations, lead in the soil increased by 3.74 times, cadmium – by 2.7 times, and zinc – by 1.9 times, there was an increase in the content of these elements in bee pollen by 15.6 times, 6.6 times and 1.8 times, respectively.

It was established that in the conditions of the nectar-pollen-bearing lands of the Right-Bank Forest-Steppe in the studied territories of Vinnytsia region, 54.5% of the production of pollen from winter rapeseed and forage accounts for 27.2% of buckwheat and forage, 18.2% of sunflower and forage. The main production of homogenate of drone larvae (77%) occurs during the flowering period of linden and buckwheat. It was found that the pollen and homogenate of drone larvae are the least contaminated with heavy metals during the flowering period of winter rapeseed and forage.

It was found that in honey, bee honey and pollen produced during the flowering period of the main nectar pollinator of winter rape, the content of lead is lower by 34.6%, 26.0% and 24.4%, cadmium – by 37.5%, 43.2 % and 46.1%, zinc



– by 47.6%, 8.8% and 1.7%, copper – by 41.3%, 8.6% and 9.7% compared to the flowering period of buckwheat, and compared to with the flowering period of sunflower lead – by 15.0%, 33.3% and 30.3%, cadmium – by 23.1%, 50.0% and 48.7%, zinc – by 35.8%, 29, 7% and 25.6%, copper – by 28.1%, 28.8% and 11.1%, respectively.

Formation of fodder reserves for the winter period by replenishing them at the expense of feeding bees with sugar syrup during the period of supporting honey collection before the flowering of sunflowers contributed to the increase in the development of bee families and the preservation of their strength.

The results of the research were used in the preparation of the study guide, which is used in the educational process of the Vinnytsia National Agrarian University.

The scientific novelty of the obtained results is confirmed by the declaratory patent of Ukraine for the utility model «Method of using soils disturbed as a result of hostilities during their rehabilitation» (№ U202300889).

**Key words:** bee family, nectar pollinators, sugar syrup, honey, bee honey, pollen, homogenate of drone larvae, lead, cadmium, zinc, copper, accumulation coefficient.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	12
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	19
1.1 Характеристика продукції бджільництва, технологія виробництва та використання .....	19
1.2 Антропогенний вплив важких металів на ґрунти нектаропилконосних угідь .....	32
1.3 Якість продукції бджільництва в умовах техногенного впливу важких металів на нектаропилконосні угіддя.....	39
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	52
2.1. Умови проведення досліджень .....	52
2.2. Методи дослідження .....	55
РОЗДІЛ 3. ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКЦІЇ БДЖІЛЬНИЦТВА ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ В НІЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НЕКТАРОПИЛКОНОСНІ УГІДДЯ .....	65
3.1. Концентрація важких металів і мікроелементів у ґрунтах польової сівозміни та у вегетативній масі нектаропилконосних культур .....	65
3.2. Виробництво меду та інтенсивність накопичення в ньому важких металів і мікроелементів в умовах інтенсивного землеробства Лісостепу правобережного .....	72
3.3. Виробництво бджолиного обніжжя і перги та інтенсивність накопичення в них важких металів та мікроелементів .....	82
3.4. Виробництво гомогенату трутневих личинок та інтенсивність накопичення в ньому важких металів і мікроелементів .....	97

3.5. Ефективність удосконалення елементів технології виробництва продукції бджільництва .....	102
3.6. Економічна ефективність впливу періоду формування кормових запасів бджолиних сімей .....	111
РОЗДІЛ 4. ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	114
ВИСНОВКИ.....	124
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ .....	126
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	127

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Бджільництво є унікальною галуззю сільськогосподарського виробництва, яка поєднує два основних стратегічних напрямки застосування його в народному господарстві. Перший базується на використанні бджіл для збереження ентомофільних культур за рахунок запилення, другий – на забезпеченні населення високопоживними продуктами харчування з лікувально-профілактичними властивостями.

Запилення бджолами сільськогосподарських культур (озимого ріпаку, гречки, соняшнику), площі посівів яких стрімко зростають, є одним із важливих екологічних способів підвищення їх урожайності, якості плодів і насіння та рентабельності галузі рослинництва загалом.

Продукція бджільництва (мед, бджолине обніжжя, перга, маточне молочко, гомогенат трутневих личинок, бджолина отрута, а також побічні продукти, такі як підмор бджіл, воскова міль) знайшла широке застосування у харчуванні людини та медицині. Особливої актуальності набуло використання продукції бджільництва серед населення в умовах техногенного навантаження на природне середовище. Практика показує, що попит на якісну продукцію бджільництва щороку стрімко підвищується, створюючи потребу в нарощуванні обсягів виробництва. Екологічно безпечна продукція бджільництва набуває все більшого значення в Україні та країнах світу. Виробники бджільництва, які акцентують увагу на екологічній чистоті своїх продуктів, отримують конкурентну перевагу на ринку, оскільки споживачі потребують якісні та безпечні продукти.

У сучасній системі екологічної нестабільності в умовах Лісостепу правобережного бджільництво зіштовхнулось з певними проблемами природнього та антропогенного характеру. Велику стурбованість, як практиків так і науковців, викликають зміни природно кліматичних факторів, які негативно позначились на рівні забезпечення бджіл нектаром і квітковим пилом через аномально-високі температури, які інколи досягають 35 °C і

вище, та вкрай низькі рівні опадів, які нижчі за норму у 1,5-2,0 рази. За таких умов спостерігається різке зниження нектаропродуктивності рослин та незадовільне забезпечення бджолиних сімей кормом, що знижує їх розвиток і продуктивність. Почастішали випадки зльоту бджолиних сімей та їх відхід під час активного сезону, особливо в період між закінченням цвітіння акації білої та початком цвітіння соняшнику.

Домінуючі посіви соняшнику у нектаропилконосному конвеєрі бджіл та осінні підгодівлі цукровим сиропом за формування кормових запасів на зимовий період негативно впливають на збереження сили бджолиних сімей. Водночас необхідно також відмітити, що сучасний стан нектаропилконосних сільськогосподарських угідь характеризується постійним техногенним навантаженням на ґрунти важкими металами, що є наслідком високого рівня хімізації в рослинництві за інтенсивного землеробства та впливу військових дій. Важкі метали з ґрунту, в основному, трофічним шляхом мігрують у рослину сировину та продукти її переробки, зокрема мед, бджолине обніжжя, пергу та інші продукти бджільництва, знижуючи при цьому їх якість.

За таких умов виникає потреба у постійному проведенні моніторингу міграції важких металів у системі ґрунт→рослина→продукція рослин→продукція бджільництва та пошуках шляхів удосконалення технології виробництва безпечної продукції бджільництва. Розроблені заходи дадуть можливість підвищити рівень збереження сильних бджолиних сімей, їх продуктивності та якості виробленої продукції.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана в рамках науково-дослідної тематики Вінницького національного аграрного університету «Удосконалення технології виробництва продуктів тваринництва при вирощуванні та відгодівлі сільськогосподарських тварин за умов одержання високоякісної та екологічно чистої продукції в господарствах всіх форм власності в умовах Поділля» (ДР № 0115U001437), «Вивчення технологічних особливостей

утримання та механізму впливу сучасних кормових добавок на виробництво екологічно чистих продуктів в тваринництві, звірівництві та бджільництві» (номер державної реєстрації ДР № 0119U103841).

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження накопичення важких металів і мікроелементів у продукції бджільництва та удосконалення елементів технології її виробництва за техногенного навантаження на нектаропилконосні угіддя в природно-кліматичних умовах Лісостепу правобережного.

Відповідно до поставлено мети вирішувались такі **завдання**:

– дослідити концентрацію важких металів і мікроелементів у ґрунтах нектаропилконосних угідь польової сівозміни та вегетативній масі основних ентомофільних сільськогосподарських культур;

– провести оцінку виробництва меду, бджолиного обніжжя, перги і гомогенату трутневих личинок та інтенсивність накопичення в них важких металів;

– удосконалити елементи технології збереження сильних бджолиних сімей в умовах домінуючих посівів соняшнику у нектаропилконосному конвеєрі;

– дослідити ефективність виробництва продукції бджільництва за вирощування ріпаку озимого в нектаропилконосному конвеєрі за удосконалення елементів технології утримання і збереження сили бджолиних сімей;

– провести економічну оцінку результатів досліджень.

*Об'єкт дослідження* – виробництво та якість продукції бджільництва, виробленої з основних сільськогосподарських нектаропилконосів.

*Предмет дослідження* – інтенсивність накопичення свинцю, кадмію, цинку та міді в меді, бджолиному обніжжі, перзі і гомогенаті трутневих личинок та удосконалення елементів технології їх виробництва.

**Методи досліджень:** аналітичний (теоретичне обґрунтування теми на основі вивчення літературних джерел), технологічний (утримання бджолиних

сімей, згодовування цукрового сиропу та отримання продукції), польові (обстеження нектаропилконосної бази), зоотехнічні (підбір груп аналогів, вивчення розвитку та продуктивності бджолиних сімей, їх зимостійкості, продуктивність бджолиних маток,), хімічні (визначення вмісту хімічних елементів у продукції бджільництва), економічні (вивчення ефективності виробництва продукції бджільництва), статистичний (біометрична обробка матеріалів досліджень).

**Наукова новизна.** Уперше за техногенного навантаження на сільськогосподарські нектаропилконосні угіддя у природно-кліматичних умовах Лісостепу правобережного досліджено:

- вміст важких металів (свинцю, кадмію) та мікроелементів (цинку, міді) у ясно-сірих, сірих лісових та темно-сірих ґрунтах сільськогосподарських нектаропилконосних угідь;

- інтенсивність накопичення важких металів і мікроелементів у вегетативній масі основних ентомофільних сільськогосподарських нектаропилконосів (ріпак озимий, гречка, соняшник);

- особливості накопичення важких металів і мікроелементів у меді, бджолиному обніжжі, перзі та гомогенаті трутневих личинок, вироблених в умовах техногенного навантаження на нектаропилконосні угіддя інтенсивного землеробства та воєнних дій;

- удосконалено елементи технології для збереження сили бджолиних сімей в умовах домінуючих у нектаропилконосному конвеєрі посівів соняшнику.

Набуло подальшого розвитку вчення виробництва продукції бджільництва та покращення її якості в техногенних та природно-кліматичних умовах Лісостепу правобережного.

**Практичне значення.** Експериментально встановлено особливості накопичення в меді, бджолиному обніжжі, перзі та гомогенаті трутневих личинок свинцю, кадмію, цинку та міді в умовах інтенсивного землеробства сільськогосподарських нектаропилконосних угідь Лісостепу

правобережного.

Виявлено, що у меді, бджолиному обніжжі і перзі, вироблених в період цвітіння основного нектаропилконосу – ріпаку озимого, нижчий вміст свинцю на 34,6%, 26,0% і 24,4%, кадмію – на 37,5%, 43,2% і 46,1%, цинку – на 47,6%, 8,8% і 1,7%, міді – на 41,3%, 8,6% і 9,7% порівняно з продукцією бджільництва, виробленої під час цвітіння гречки, а порівняно з періодом цвітіння соняшнику менше свинцю – на 15,0%, 33,3% і 30,3%, кадмію – на 23,1%, 50,0% і 48,7%, цинку – на 35,8%, 29,7% і 25,6%, міді – на 28,1%, 28,8% і 11,1% відповідно.

Формування кормових запасів на зимовий період шляхом поповнення їх за рахунок підгодівлі бджіл цукровим сиропом у період підтримуючого медозбору до цвітіння соняшнику сприяло підвищенню розвитку бджолиних сімей, збереження сили протягом активного сезону і зимового періоду та їх продуктивності.

Результати досліджень було використано під час підготовки навчального посібника, що застосовується у навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету.

Наукова новизна одержаних результатів підтверджена деклараційним патентом України на корисну модель «Спосіб використання порушених внаслідок бойових дій ґрунтів в період їх реабілітації» (№ U202300889).

**Апробація.** Основні результати дисертаційної роботи доповідались на всеукраїнських та міжнародних конференціях: IX Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні проблеми підвищення якості, безпеки виробництва та переробки продукції тваринництва» (Вінниця, 2017); Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції» (Вінниця, 2017); Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Проблеми та перспективи розвитку тваринництва та харчової галузі» (Вінниця, 2018); Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції» (Вінниця, 2018);



Всеукраїнська науково-практична конференція «Сталі відносини критеріїв безпеки та якості харчових продуктів» (Біла Церква, 2024).

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація містить анотацію, вступ, огляд літератури, матеріали і методи досліджень, результати власних досліджень, аналіз і узагальнення результатів досліджень, висновки, пропозиції виробництву, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертації становить 154 сторінках. Робота містить 38 таблиць, 10 рисунків. Список використаних джерел нараховує 217 найменувань, у тому числі 143 іноземною мовою.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### ***Статті у наукових фахових виданнях України***

1. Кучерявий В.П., Разанов О.С. Вплив інвертованого сиропу на розвиток бджолиних сімей. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 5 (99). Т. 2. С. 87-92. *(проведення досліджень, обробка результатів та їх аналіз, підготовка статті до друку)*.

2. Разанов О.С. Інтенсивність накопичення Рb та Cd у поліфлорному меді, виробленому у різні періоди цвітіння основних нектаропилконосів Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 135. Ч. 2. С. 199–207. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.135.2.25.

3. Разанов О.С., Капріца В.О., Тесля Д.М. Особливості накопичення свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя та перги. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2024. Вип. 1 (56). С. 86–90. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2024.1.10 *(проведення досліджень, обробка результатів та їх аналіз, підготовка статті до друку)*.

4. Разанов О.С., Попівняк Т.Р. Фактори впливу на виробництво гомогенату трутневих личинок та інтенсивність накопичення у ньому важких металів. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. Вип. 2 (43). С. 101-108. DOI: [10.37406/2706-9052-2024-2.15](https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.15) *(проведення*

*досліджень, обробка результатів та їх аналіз, підготовка статті до друку).*

5. Разанов О.С. Вплив періоду підгодівлі бджіл цукровим сиропом при формуванні кормових запасів на зимовий період на силу бджолиних сімей та виробництво продукції бджільництва. *Бджільництво України*. 2024. Вип. 12. С. 83-88. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2024.12.11.

***Статті у наукових журналах, що входять до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science***

1. Razanov S.F., Ibatulin I.I., Razanov O.S., Dydiv A.I., Voynalovich M.V., Lysak H.A., Lopotych M.J. Productivity of bee families and biomonitoring of corbicular pollen and war-affected honeybee foraging sites with cultivated honey clover (*Melilotus albus*). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15 (1). P. 171–176. DOI:10.15421/022425. *(проведення досліджень, обробка результатів та їх аналіз, підготовка статті до друку).*

***Патент на корисну модель***

1. Разанов С.Ф., Разанова А.М., Разанов О.С., Куценко М.І. Спосіб використання порушених внаслідок бойових дій ґрунтів в період їх реабілітації. пат. 154051 Україна: А01В79/02; А01В21/00. № u202300889; заявл. 06.03.2023; опубл. 04.10.2023, бюл. № 40/2023. *(проведення досліджень, обробка результатів та їх аналіз, підготовка матеріалу до подання).*

***Видання навчального посібника***

1. Разанов С.Ф., Недашківський В.М., Разанов О.С. Основи технології виробництва продукції бджільництва : навчальний посібник. Біла Церква, 2016. 197 с. *(обробка теретичного матеріалу, підготовка посібника до друку).*

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### **1.1 Характеристика продукції бджільництва, технологія виробництва та використання**

Продукція бджільництва є унікальною, завдяки високопоживним та цілющим властивостям широко використовується у харчуванні та медичній практиці. Унікальні властивості продукції бджільництва визначається її хімічним складом.

Квітковий мед містить низку біологічно активних речовин, а саме, прості та складні вуглеводи (глюкозу та фруктозу, мелітозу, сахарозу та інші), амінокислоти, вітаміни, ферменти, мінерали, органічні кислоти, ароматичні речовини, , антиоксиданти, багатий на флавоноїди та фенольні кислоти та інші біологічно активні речовини [80, 158]. Хімічний склад меду може варіюватися в залежності від його походження, сезону, географічного регіону та інших факторів. Загалом, мед містить понад 200 різних хімічних сполук, які роблять його цінним харчовим продуктом та при використанні у медицині. Найбільшу частку у меді займають вуглеводи (до 80%), серед яких переважають інвертні цукри – глюкоза і фруктоза [10]. Вміст вуглеводів у меді різниться залежно від ботанічного джерела та географічного походження. Вміст редуруючих цукрів у зразках меду коливався в межах 66,0–97,6%, фруктози – 342-549 мг/г, глюкози – 283–517 мг/г. Середнє співвідношення фруктози/глюкози становило 1,2 [217]. У досліджуваних зразках меду виявлено мелецитоз, вільна кислотність становила 13,5-58,0 мекв/кг, проліну було 82,3-1201,2 мг/кг. Мед мав низький рівень рН (~3,7).

У меді переважно зустрічаються вуглеводи, зокрема моно-, ди- і трисахариди, які надають йому основні характеристики, такі як солодкість, харчова цінність та інші. Головними складовими вуглеводів у меді є глюкоза і фруктоза, які, переважно, отримуються з нектару рослин. Невелика частка цих цукрів утворюється з сахарози, а їхнє накопичення відбувається під час

дозрівання меду під впливом ферментів та органічних кислот, що містяться в ньому. Важливо відзначити, що вміст глюкози і фруктози в меді є важливим показником його натуральності. Згідно з міжнародними стандартами, Європейською Директивою 2001/110/ЕС та стандартом Комісії Codex Alimentarius, частка редукуючих цукрів у натуральному меді повинна складати не менше 60%. Однак, згідно з національним стандартом ДСТУ 4497:2005, масова частка редукуючих цукрів (глюкози і фруктози) повинна бути не менше 80% для меду вищого класу і не менше 70% для меду I сорту. У натуральному меді кількість сахарози невелика і може зменшуватися з часом унаслідок процесу самоінверсії під час зберігання.

Солодкість меду залежить від концентрації його цукрів та їх походження. Найсолодший мед містить велику кількість фруктози. У сухій речовині квіткового меду вміст інвертного цукру (глюкоза і фруктоза) коливається від 65 до 85%, в падевому меді – 55–65% [150, 172]. У високоякісному меді міститься 30–35% глюкози та 35–40% фруктози. Співвідношення між фруктозою і глюкозою впливає на фізичні властивості меду та його смакові характеристики. За більшої кількості глюкози швидше кристалізується мед з утворенням великих кристалів і твердішої консистенції. Вміст фруктози впливає на смак меду, який стає солодшим і виразнішим. Фруктоза гігроскопічніша, вона вбирає вологу з навколишнього середовища і це впливає на його зберігання [109]. Зазвичай, співвідношення фруктози і глюкози у меді перевищує 1,0 і таке значення використовується для ідентифікації монофлорного меду. Акацієвий мед з акації та з каштану має високий вміст фруктози (1,5–1,7), з ріпаку та кульбаби – вищий вміст глюкози [172], гречаний та липовий – більший вміст глюкози [150]. Проте деякі дослідження [173] показали підвищений вміст фруктози (32,4:31,0%) у зразках меду з Хорватії, з Македонії, навпаки вищий вміст глюкози (36,8:33,6%).

Квітковий мед містить дисахариди – сахарозу, мальтозу, трегалозу і туранозу [94], вміст яких становить 3,29–18,6%, олігосахаридів міститься

0,13–10,0% [150]. Вміст дисахариду (сахарози), за європейськими вимогами до якості меду (Рада ЄС, 2002; Комісія Codex Alimentarius, 2001), у квітковому меді не повинен перевищувати 5 г/100 г, у деяких монофлорних видах меду з банксії колючої, цитрусу, солодкої конюшини, лікарських рослин та робінії – до 10 г/100 г і меду з лаванди – до 15 г/100 г. За вимогами ДСТУ-4497:2005 вміст сахарози повинен бути для меду екстра-класу – не більше 3,5% і першого класу – не більше 6%.

Солодкості меду також надає природній дисахарид мальтоза, вміст якого знаходиться в межах від 2,8 до 7,5% [150]. Наявність трисахаридів (мелезитоза, мальтотріоза) є показником вмісту медвяної роси у меді, а рафіноза є основною складовою [95]. Мелезитоза, яка зустрічається у квітковому нектарі, пилку, у деяких рослинах, у квітковому меді відсутня. Проте, вона зустрічається у меді, який бджоли виробляють з медвяної роси листяних та хвойних рослин [187].

Важливим складовим меду є білки, частка яких становить 0,3-0,4%. Встановлено, що білки рослинного походження потрапляють до меду під час збору бджолами нектару з квітковим пилком [119, 153]. Вміст білкових речовин залежить, перш за все, від виду медоносних рослин, породи бджіл та періоду заготівлі меду. Виявлено, що у падевому меді білків у два рази більше, ніж у квітковому. Мед весняних медоносів має у два рази менше білкових речовин порівняно з літніми та осінніми. Білки меду містять 22 амінокислоти [111]. У меді присутні також органічні кислоти, а саме, лимонна, яблучна, молочна та глюконова кислоти, кількість яких становить 0,3%, а також неорганічні – соляна та фосфорні кислоти. Високоякісний мед містить амілазу, каталазу, інвертазу. Діастазне число меду різних видів становить у середньому 15 од. Готе, однак є меди з вищи вмістом. Це вересовий та гречаний, які містять від 20 до 50 од. Готе. У меді виявлено також рослинні пігменти, які є похідними каротину, ксантофілу, хлорофілу. До складу меду входять вітаміни групи В, К, Р, РР.

Загальна зольність меду залежить від його ботанічного походження та

грунтово-кліматичних умов [162]. До мінерального складу меду входять наступні елементи: кальцій, кобальт, залізо, алюміній, магній, мідь, марганець, молібден, фосфор, хром, цинк, сірка, нікель, натрій, свинець, кремній, берилій, бор, вісмут, барій, ванадій, германій, галій, золото, олово, калій, літій, стронцій, титан, хлор, цирконій. У найбільш поширених українських медах кількість мінеральних елементів наступна: 0,05% – в акацієвому, 0,19% – в липовому, 0,09% – в соняшникові, 0,63% – у падевому. Встановлено кореляцію між кольором меду та вмістом мінеральних солей: темний мед має більший вміст мінеральних солей у порівнянні із світлим [128, 201]. Для квіткового меду допустима зольність не більше 0,6%, падевого – не більше 1,2% [120]. Вміст мінеральних солей може слугувати критерієм для визначення оцінки харчової цінності меду та виступати в якості показника забруднення навколишнього середовища.

Фенольні кислоти та флавоноли є найпоширенішими фітохімічними речовинами [154], які містяться в нектарі, крім алкалоїдів і терпеноїдів [168], склад і концентрація яких значною мірою змінюється залежно від медоносу. Споживання фітохімічних речовин медоносними бджолами збільшує тривалість життя, зменшує інфекцію ноземи, активізує гени медоносних бджіл з антимікробними властивостями та протидіє пестицидному стресу [154, 140, 89].

Падевий мед виробляється бджолами з медвяної роси, яка є солодкою, прозорою та в'язкою речовиною тваринного (виділяється комахами) та рослинного походження (сік з листя і стебел рослин) містить складніший спектр цукрів, ніж нектар. Гідроксиметилфурфурол утворюється в кислому середовищі під час нагрівання меду. Зберігання меду за високих та середніх температур також призводить до утворення гідроксиметилфурфуролу [191] і його кількість збільшується пропорційно тривалості нагрівання [79]. Лазарева Л.М. та Постоєнко О.В. [29] виявили, що після тривалого зберігання за умов кімнатної температури вміст гідроксиметилфурфуролу в акацієвому меді збільшився у 2,42 раза, з соняшника, різнотрав'я, липи та

гречки – менше, ніж в 1,5 раза [144].

Діастаза меду утворюється з квіткового нектару за участю слинних залоз медоносних бджіл. Меди різного ботанічного походження мають відрізняються за активністю діастази [203], що обумовлено періодом збору нектару, ефективністю його переробки медоносними бджолами, віком медоносних бджіл, фізіологічним станом бджолиного гнізда [126,109]. Ковтун В.А. та ін. виявили, що гречаний мед з різних регіонів України має найвище діастазне число (33,99-44,4) та найвищий вміст вологи [129]. Визначення активності діастази часто використовується для оцінки свіжості меду. Проте, даний показник може змінюватися від ряду неконтрольованих зовнішніх і внутрішніх факторів [136].

Нагрівання меду для розкристалізації може вплинути на його густину, в'язкість та зовнішній вигляд і призвести до руйнування чутливих компонентів меду (вітамінів, ферментів та антиоксидантів), що знижує його корисні властивості. Втрата цінних властивостей меду пропорційна температурі та часу нагрівання. Активність діастази меду варіюється в межах від 13,9 до 50 одиниць Готе [136]. Якщо діастазне число менше 8 одиниць Готе, то якість меду визнається незадовільною, і його відносять до хлібопекарських медів [136]. Високий рівень діастазної активності у монофлорному меді із чебрецю [166]. Найвище діастазне число мають такі українські меди як гречаний (48,12 од. Готе), падевий (33,15 од. Готе), найнижче – соняшниковий (16,6 од. Готе) та акацієвий (9,82 од. Готе). За даними Santos et al. [189], липовий, ранньовесняний та мед з різнотрав'я мають діастазне число на рівні 19–25 од. Готе.

Електропровідність меду вказує на його походження і залежить від вмісту мінеральних солей, органічних кислот і білків та ботанічного походження [152, 144]. Якщо електропровідність меду менше 0,8 мСм/см, то це вказує на квіткове походження меду, значення більше 0,8 мСм/см притаманне для падевого і каштанового медів.

Контроль вмісту вологи в меді є важливим для забезпечення його

якості та тривалого зберігання. Висока вологість може призвести до псування меду, тоді як оптимальний рівень вологи сприяє збереженню його корисних властивостей і смакових якостей. Цей показник залежить від ряду факторів, серед яких кліматичні умови, медоносна рослина, умови збирання та інші. Згідно з вітчизняними та міжнародними стандартами, зрілий мед має містити не більше 18% вологи, за винятком вересового меду, в якому вміст вологи допускається до 23%. Ряд дослідників виявили у медах різного ботанічного походження вміст вологи до 18% [144, 130]. Вологість меду впливає на ферментацію і кристалізацію його при зберіганні. Зі збільшенням вмісту вологи в меді знижується його в'язкість, є ймовірність присутності процесів бродіння, які можуть призвести до змін кольору та смаку [194].

Основним критерієм при виборі меду споживачами є колір, який тісно пов'язаний з його хімічним складом. Цей показник безпосередньо залежить від ботанічного походження меду, кліматичних умов збору нектару та характеру ґрунту регіону [150, 129]. У темних медах більше мінеральних елементів, декстринів і поліфенолів, вища кислотність порівняно зі світлими [189].

Мед містить приблизно 0,3% органічних та 0,03% неорганічних кислот, що створюють кисле середовище. У його складі присутні мурашина, оцтова, молочна, бурштинова, яблучна, виноградна, лимонна, піровиноградна, глюконова та інші органічні кислоти, із неорганічних кислот – це фосфорна і соляна. Кислоти потрапляють до меду з нектару, медвяної роси, пилоквих зерен та виділень бджіл, а також можуть утворюватися під час ферментативного розпаду та окислення цукрів. Мед має природну кислотність, яка не залежить від його географічного походження. Висока кислотність у меді є свідченням ферментативного перетворення цукрів в органічні кислоти і є показником свіжості меду [149, 147]. Такі перетворення призводять до зменшення водневого показника і стають інтенсивнішими після 12-місячного зберігання та під час бродіння меду з утворенням летких кислот, які можуть негативно впливати на органолептичні властивості меду,



зокрема на його колір і смак [136]. Рекомендованим значенням рівня рН є 3,2–4,5. Низький рівень рН запобігає росту мікроорганізмів, що може призвести до псування меду, високий – на фальсифікацію кукурудзяним сиропу з високим вмістом фруктози [140].

Амінокислота пролін потрапляє в мед з нектару квітів, пилоквих зерен та виробляється бджолами. Високий рівень проліну свідчить про те, що мед є зрілим і натуральним, тоді як низький рівень може вказувати на фальсифікацію [136]. Високоякісний мед відповідно до норм національного стандарту має містити не менше 300 мг/кг проліну, для акацієвого меду допускається не менше 200 мг/кг. Лазарева та ін. у проведених дослідженнях виявили у 44 досліджених зразках акацієвого меду проліну 127,0–344,7 мг/кг [131].

Бджолина сім'я за сезон може збирати приблизно 57 кг пилку [118]. Вміст білка в пилку коливається від 2,5% до 61% [186]. Амінокислоти у певних пропорціях необхідні для медоносних бджіл і повинні надходити з кормом: аргінін, гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, триптофан і валін [199]. Конюшина, гірчиця та ріпак є хорошими джерелами пилку, хоча вони мають короткі періоди цвітіння [195, 189].

Вміст ліпідів у пилку коливається від 1% до 20%, в яких незамінні жирні кислоти є ключовим компонентом. Незамінні жирні кислоти, такі як лінолева та  $\gamma$ -лінолева кислоти, складають 0,4%, а фосфоліпіди складають 1,5% від загальної фракції ліпідів [200, 144]. До складу ліпідів пилку входять гліцериди, вільні жирні кислоти, стерини, стеринові ефіри та вуглеводні [114]. Стерини відіграють життєво важливу фізіологічну роль у комах, яка включає дію як попередник важливих гормонів льоньки, а також утворення будівельних блоків клітинних мембран [138, 87].

Квітковий пилок, зібраний бджолами (обніжжя), є природним продуктом з унікальним поєднанням поживних і біологічно активних компонентів рослинного і тваринного походження. Він містить 20 з 22 амінокислот, а також різноманітні мікроелементи, такі як сірка, мідь, натрій,

залізо, алюміній, кальцій та інші. До складу пилюк входять азотисті та мінеральні речовини, які є важливими для підтримання здоров'я та розвитку бджіл. Вуглеводи, що містяться в пилюк, забезпечують бджіл енергією для їх повсякденної активності. Вітаміни, присутні в пилюк, сприяють нормальному функціонуванню метаболічних процесів та зміцненню імунної системи бджіл. Кислоти, що входять до складу пилюк, відіграють важливу роль у різних біохімічних реакціях, необхідних для життя бджіл. Крім того, пилюк багатий на біологічно активні речовини, такі як флавоноїди, які мають антиоксидантні властивості; лейкоантоціани, які сприяють зміцненню капілярів; тритерпенові кислоти, що мають протизапальні властивості; та карбонати, які беруть участь у регуляції кислотно-лужного балансу в організмі.

Перга – це квітковий пилюк, який бджоли збирають у вигляді обніжжя і приносять у вулик. Там вони закладають його в комірки стільників і заливають медом, що забезпечує його ферментацію. Цей процес перетворює пилюк на пергу, яка стає цінним білковим продуктом для бджіл. Перга виготовляється бджолами із бджолиного обніжжя, доданого нектару та слинних ферментів бджіл, яке піддається молочнокислому бродінню у бджолиному гнізді. У своєму складі вона містить 250 різних сполук, багата вуглеводами, білками та ліпідами, а також є мікроелементи, вітаміни, фенольні сполуки та незамінні амінокислоти. Перга містить близько 20% білка, що є основою для росту і розвитку бджіл. Жири складають 13-14% її складу, а мінеральні речовини – 0,9-5%. Крім того, перга багата на вуглеводи, які забезпечують енергію для бджолиної сім'ї. В її складі також присутні гормони та ферменти, які відіграють ключову роль у метаболічних процесах. Інші корисні речовини, що містяться в перзі, сприяють загальному зміцненню здоров'я бджіл. Перга є незамінною для бджолиної сім'ї, оскільки без неї бджоли не можуть вирощувати розплід. Молоді бджоли потребують білків, вітамінів та інших нутрієнтів, які містяться в перзі, для правильного розвитку. Таким чином, перга забезпечує повноцінне харчування для

личинок і є критично важливою для підтримки здорового та продуктивного вулика.

Перга володіє протизапальними, антиоксидантними, протимікробними властивості [202, 158]. Харчова цінність і хімічний склад перги залежить від ботанічного походження, географічного розташування, кліматичних умов, типу ґрунту [122, 210].

Бджолине обніжжя відрізняється від перги, яка є продуктом бродіння. Пилок – це дрібнозернисті речовини, які виробляють пиляки рослини, що містить чоловічий гаметофіт (сперматозоїд), необхідний для розмноження рослин. Світове виробництво пилку становить 1,36 млн кг на рік [142]. Коли бджоли збирають пилок, то вони використовують ферменти слини амілазу та глюкозидазу і мед для зволоження [211, 152]. Додавання цих речовин перетворює квітковий пилок в бджолине обніжжя. Під час зберігання відбувається молочнокисле бродіння і перетворення бджолиного пилку в пергу [137]. Перга не містить крохмалю та має низький вміст золи, але містить більше відновлюючих цукрів та клітковини, більший вміст води та вуглеводів, менший вміст білка, ліпідів та жирних кислот, ніж бджолине обніжжя. Хімічний склад квіткового пилку змінюється після збору через додавання ферментів слини бджіл і меду, але ці зміни є незначними [164, 135].

Помітною відмінністю між бджолиним обніжжям і пергою є рН. Перга кисліша, рН знижується з 4,7 до 3,97 після перетворення з пилку [110]. Ферментація спричиняє не тільки хімічні зміни, але й покращує засвоюваність і біодоступність перги шляхом руйнування зовнішнього шару пилкового зерна [208].

Колір бджолиного перги пов'язаний з вмістом фенолу, пилку – наявністю флавоноїдів [92] та ботанічного походження. Перга містить накопичений пилок з різних квіткових рослин.

Перга має високу вологість, що пояснюється гігроскопічними властивостями пилку, який притягує воду з навколишнього середовища.

Відповідно до стандарту у бджолиному обніжжі вміст води в пилку не повинен перевищувати 6–9/100 г. Перга багата на білок, тому є основним джерелом білка для розвитку бджіл. Рівні білка у ній відрізняються від географічного розташування рослинності – 10,19–47,4%. Вміст білка зменшується від свіжого пилку до перги, але концентрація амінокислот залишається незмінною [165]. У пилковому зерні також присутні ліпіди. За даними Szczęsna [200], у бджолиному обніжжі є жирні кислоти, серед яких найбільше лінолев,  $\alpha$ -ліноленової і пальмітинової кислот. Співвідношення поліненасичених до насичених жирних кислот у перзі становить 1,59, що вище ідеального співвідношення 1 [100].

Білки у харчуванні людини відіграють важливу роль, тому їх постійне надходження є необхідним 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 з високим вмістом натурального білка і біологічно активних речовин може стати одним з ефективних шляхів у корекції імунітету та підтримці здоров'я [66].

Мед, прополіс, квітковий пилок і, зокрема, маточне молочко широко використовуються в народній медицині різних культур світу. Їх цінують за здатність не лише запобігати і лікувати різноманітні захворювання, але й покращувати загальний стан організму. Серед продуктів бджільництва мед є найбільш розповсюдженим та популярним. Його натуральний склад налічує понад 400 компонентів, включаючи ферменти, органічні кислоти, вітаміни та мікроелементи. Важливою біологічною властивістю меду є його здатність сповільнювати процеси старіння. Це досягається завдяки наявності у меді вітамінів E та C, ферментів і бурштинової кислоти, які володіють потужними антиоксидантними властивостями. Завдяки особливому хімічному та біологічному складу мед набув широкого застосування у харчовій промисловості та медицині [161]. Встановлено, що мед характеризується високими лікувальними властивостями, зокрема, сприяє підвищенню

імунобіологічної реактивності організму, стійкості до інфекцій, має протизапальні і бактерицидні властивості. Високу протимікробну дію відносно грампозитивних коків, бактерій, бацил встановлено за споживання меду.

Останніми роками спостерігається зростання інтересу до пошуку альтернативних джерел повноцінного білка, особливо в контексті екологічного виробництва. Продукти із личинок комах є одними із можливих варіантів вирішення цієї проблеми [58]. Трутневі личинки швидко розвиваються протягом дуже короткого періоду (5-6 діб), ефективно використовуючи ресурси та забезпечуючи високий вміст білка та інших корисних речовин. Вони набирають значний запас поживних речовин за короткий період і це дозволяє їм 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.

Трутневі личинки, вирощені медоносними бджолами, є не лише джерелом білка, але й мають високу концентрацію біологічно активних сполук, зокрема, вітаміни, мінеральні речовини та інші корисні складові [217]. Цей унікальний комплекс легко засвоюється організмом і можна використовувати як інгредієнт для виробництва різноманітних харчових продуктів. Білковий апіпродукт з трутневих личинок містить ідеально збалансований амінокислотний та жирнокислотний склад. Білок у личинковому продукті належить до повноцінного, оскільки він містить усі незамінні амінокислоти, необхідні для нормального розвитку живого організму [47]. Незважаючи на низький вміст кальцію, личинки бджоли є хорошим джерелом фосфору, магнію, калію, заліза, цинку, міді та селену [124].

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 природнього походження і специфічні компоненти бджолиного походження [59]. 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 та хімічним впливам. Внаслідок впливу цих факторів біологічна активність маточного молочка може змінюватися, що впливає на його корисні властивості [68]. Міщенко та ін. [38] вважають, що отримання маточного молочка повинно здійснюватися з урахуванням сезону, конкретних умов, завдань та обсягу виробництва.

У Лісостеповій зоні України продуктивне вирощування трутневого розплоду у бджолиних сім'ях розпочинається з середини травня і закінчується в першій декаді липня. На зростання площі трутневого розплоду у річному циклі бджолиної сім'ї впливає систематичне стимулювання відбудови відповідних комірок для відкладання маткою незапліднених яєць [73]. У таких трутневих комірках бджоли здатні інтенсивніше вирощувати розплід, ніж у перебудованих комірках звичайного бджолиного стільника. Співвідношення між кількістю вирощеного сім'ями бджолиного й трутневого розплоду протягом пасічницького сезону становить 38:1, а при використанні трутневих стільників це співвідношення скорочується до 25:1. Личинки бджіл, особливо ті, які досягають віку 7-8 днів, досягають найбільшої маси, яка становить 0,32 г. Проте зі збільшенням віку личинок їх маса поступово знижується (від 152,1 до 142,0 мг). Личинки, які відібрані після 9 діб розвитку, втрачають у своїй масі від 6,25% до 10%. Це зниження ваги пояснюється біологічними закономірностями у їхньому розвитку. Після запечатування комірок у стадії передлялечки і лялечки, багато поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів) витрачається не тільки на прядіння кокона, але й на інші процеси, характерні для перетворень.

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 [39, 40].

Згодовування гідролізату соєвого молока у складі підгодівель в 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 спостерігалась певна залежність між восковою продуктивністю бджолиних сімей та масою одержаного гомогенату трутневих личинок. За підвищення виробництва воску на 9,8% збільшується одержання гомогенату трутневих личинок на 22,7% [40].

Завдяки високому вмісту у гомогенаті трутневих личинок біологічно активних речовин певного застосування цієї продукції набуває у харчуванні людини. Але найбільше застосовується гомогенат у годівлі бджіл в якості білкового корму [126].

У зразках трутневих личинок ідентифіковано приблизно 230 хімічних сполук, серед яких амінокислоти (аланін, гліцин, лейцин, ізолейцин, пролін, серин, треонін, метіонін, триптофан та інші), моно-, ді- та гідрокси карбонові кислоти (молочна, бурштинова, яблучна, фумарола та інші), а також бензойна, амінокаприлова, глютамінова кислоти, поліатомні спирти та вуглеводи [45].

Гомогенат трутневих личинок, який був отриманий від личинок різного віку, відрізняється не лише за вмістом жирних кислот, але й має різноманітність складових. Найбільший вміст пальмітинової, олеїнової та стеаринової кислот. Також присутні й інші жирні кислоти, які відрізняються за концентрацією в залежності від віку та інших факторів, що впливають на розвиток личинок [72].

У трутневому розплоді наявні різні статеві гормони, які зазвичай змінюються залежно від віку трутневого розплоду. Серед таких гормонів

можна виділити тестостерон, естрадіол, прогестерон, пролактин, фолікулостимулюючий гормон та лутеїнізуючий гормон [35].

Трутневий розплід складається приблизно з 6% ліпідів, включаючи гліцериди, фосфогліцериди та складні ефіри жирних кислот. Склад ліпідів також включає насичені та ненасичені жирні кислоти, які відіграють важливу роль у біохімічних процесах організму. Крім того, в трутневому розпліді можна знайти моно-, ди- та триоксикислоти, а також дикарбонові кислоти, які також мають своєрідне значення в метаболізмі та інших фізіологічних процесах [36].

## **1.2 Антропогенний вплив важких металів на ґрунти нектаропилконосних угідь**

З початку 60-х років ХХ століття внаслідок техногенного навантаження на довкілля ґрунти втратили природні можливості до самоочищення. І тому оцінка забруднення ґрунтів та транслокації важких металів у рослинність нектаропилконосних угідь має важливе значення при проведенні моніторингу їх міграції у системі ґрунт–рослина–сировина–продукти переробки сировини [179]. Загальновідомо, що найбільше потерпають від забруднення ґрунти поблизу урбанізованих територій з високим насиченням промислових об'єктів. Важкі метали потрапляють в ґрунт через атмосферні опади, викиди та стоки з прилеглих промислових підприємств, викидні гази автомобільного транспорту, а також залишки від пестицидів і добрив [43]. Потрапляючи у ґрунт, важкі метали з'єднуються з органічними його компонентами, утворюючи малорухливі з'єднання. Ґрунти з високим вмістом органічної речовини зв'язують міцніше важкі метали, порівняно з ґрунтами з високим мінеральним складом. З ґрунту рослини забирають поживні речовини за допомогою ґрунтово-поглинального комплексу мінеральних речовин, в якому можуть міститися і важкі метали. На поверхні рослин вони можуть накопичуватися з повітря, осідаючи на листках і квітах.

Щорічно в атмосферу до початку військових дій на території України в



атмосферу надходило до 6 млн т шкідливих для живих організмів речовин. Ця кількість токсикантів внаслідок військових дій суттєво зросла у декілька, а то й у десятки разів, особливо на територіях, що потрапили під активні бойові дії. Проблема негативних наслідків техногенного навантаження суттєво ускладнюється через постійне зростаюче надходження в об'єкти довкілля токсичних речовин. Особливе занепокоєння представляє забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення в умовах високого насичення промисловості, інтенсифікації галузі рослинництва та проведення воєнних дій.

Потужним джерелом надходження важких металів в об'єкти навколишнього середовища, зокрема, і ґрунти сільськогосподарського призначення, на яких ростуть нектаропилконосні рослини, є металургійне та гірничодобувне виробництво. Значна частка важких металів надходить у ґрунти під час опадів, особливо в умовах промислового виробництва кольорової та хімічної металургії. Підвищення вмісту важких металів у ґрунтах також відмічено в зоні виробництва мінеральних добрив та застосування їх в сільському господарстві, поблизу великих промислових міст, автомобільних і залізничних доріг. Неконтрольоване розміщення пасік поблизу автомобільних доріг, промислових підприємств та сільськогосподарських об'єктів, які здійснюють шкідливі викиди в атмосферу, значно підвищує ймовірність потрапляння токсичних елементів у продукти бджільництва під час активного збирання нектару і пилку. Тому контроль за розташуванням пасік повинен враховувати близькість до потенційних джерел забруднення, щоб мінімізувати ризики для здоров'я людей, які споживають мед та інші бджолопродукти.

Використання мінеральних добрив у сільському господарстві призводить до щорічного надходження важких металів у ґрунт, що впливає на накопичення цих токсикантів у продукції бджільництва. Зокрема, при внесенні під медоноси добрив, які містять азот, спостерігається збільшення концентрації важких металів у бджолиному обніжжі. Це негативно

позначається на якості бджолиного обніжжя, а також призводить до закислення ґрунтів у нектаропилконосних угіддях. Так, зниження рівня рН ґрунту через внесення дефекату призводить до зменшення вмісту свинцю, кадмію, цинку та міді в бджолиному обніжжі [133].

Війна в Україні призвела до серйозних екологічних проблем і збитків для довкілля, спричинивши масштабну та тривалу деградацію довкілля. Бойові дії призвели до раптових змін ландшафтів, піддаючи сумніву безпеку використання земель, які стали об'єктом військового впливу. Усі ці проблеми можуть мати серйозні наслідки для здоров'я людей, економіки та природного середовища, і вимагають уваги та заходів для зменшення збитків та відновлення екологічної стійкості регіону.

Важливо контролювати негативний вплив військових дій на продуктивність ґрунтів. Такий стан вимагає комплексного наукового дослідження, яке має на меті вивчення стану ґрунтів у зонах військових дій. Такі дослідження можуть визначити критерії забруднення земель та служити основою для розробки політики управління забрудненими війною територіями. Воєнні події призводять до техногенного впливу на довкілля, що включає механічні, фізичні та хімічні впливи, переважно на ґрунтовий покрив [78]. За думкою окремих експертів, сума завданих довкіллю збитків в Україні за рік зросла в п'ять разів [82]. Відомо, що внаслідок вибухів, пожеж та детонацій, спричинених вибухом боєприпасів та бойових стрільб, в різних частинах ґрунту накопичуються різноманітні забруднювачі [85]. Радіус впливу вибуху боєприпасів супроводжується ударною хвилею, що призводить до розповсюдження токсичних речовин на значні відстані, залежно від маси вибухової речовини [107, 113, 128]. Серед токсикантів-забруднювачів значне місце посідають важкі метали, які потрапляють в атмосферу та осідають в ґрунтовому середовищі [117]. Важкі метали є найбільш небезпечними для довкілля, а також це високотоксичні речовини, що мають канцерогенні та мутагенні властивості. На територіях, постраждалих від воєнних дій, виявлено високий рівень важких металів [138,

139], порушується цілісність ґрунту та знижується його родючість [130, 159]. Речовини, які потрапляють на поверхню ґрунту в результаті воєнних дій у формі різних сполук, характеризуються різним рівнем розчинності у воді, що призводить до їхнього інтенсивного проникнення в горизонтальні та вертикальні шари ґрунтового середовища. Встановлено, що найвища концентрація токсикантів зафіксована у ґрунті на 15 см глибині. Інтенсивність переміщення токсикантів в певній мірі залежить від тривалості їхнього перебування у ґрунтах, типу ґрунту, характеру забруднюючих сполук та інших факторів [33].

Дослідження Rawtani et al. [176] підтверджують тісний зв'язок між рівнем забруднення навколишнього середовища, вмістом важких металів в організмі людей та рівнем захворюваності в умовах військово-техногенного навантаження. Зафіксовано значне перевищення рівнів свинцю, кадмію, алюмінію та миш'яку в сечі, у крові та волосяному покриві населення, яке проживає в зоні техногенного впливу внаслідок воєнних дій.

Погіршення якісних властивостей ґрунту має тривалий характер і суттєво впливає на його продуктивні функції. Знищення рослинності, пошкодження ґрунтового покриву, втрата природного зволоження – це поширені наслідки воєнно-техногенного навантаження [133, 196, 167, 128, 10]. Ці процеси різко зменшують рівень біорізноманіття, що, в свою чергу, впливає на біологічні популяції та види. Втрата біорізноманіття підсилює зміни в структурі та функціях ландшафтів. Забруднюючі сполуки, зокрема важкі метали, представляють велику небезпеку через їхню здатність мігрувати до рослин та накопичуватися високими концентраціями. Відомо, що рослини-фітоіндикатори можуть накопичувати у своїй вегетативній масі у сотні і навіть тисячі разів більше токсикантів, ніж їхня концентрація в ґрунтовому середовищі, і це залежить від їхнього ботанічного походження [133, 177, 185]. Техногенний вплив воєнних дій значно підвищує інтенсивність накопичення важких металів рослинністю [133, 170]. За результатами досліджень встановлено, що рослини можуть накопичувати у

своїй біомасі важкі метали до сотні разів більше за вміст цих токсикантів у ґрунтах, з розрахунку на рівнозначну масу. Переважна кількість важких металів, зокрема, кадмію накопичується у рослинах трофічним шляхом і лише незначна частина його проникає перкутальним шляхом через поверхню вегетативної маси, це ж стосується й інших металів. Інтенсивність надходження важких металів у рослини знаходиться також у високій залежності від доступності кореневій системі таких токсикантів. Розриви боєприпасів, горіння та детонації, спричинені воєнними діями, призводять до потрапляння різних забруднювачів у ґрунт. Це сприяє активному накопиченню важких металів у рослинах, оскільки ці речовини потрапляють в ґрунтове середовище через вибухи, горіння та інші процеси. Дослідження [185] показують, що наслідки воєнних дій виявляються у високому рівні важких металів в рослинах, які ростуть на постраждалих територіях. Це може мати серйозні наслідки для екосистем та здоров'я людей, оскільки важкі метали можуть накопичуватися в рослинах, потрапляти в продукти харчування та впливати на екологічний стан регіону.

Відомо, що одними із небезпечних забруднювачів нектаропилконосних угідь є важкі метали, зокрема, свинець, кадмій, ртуть, цинк та ін. Забруднення цими елементами продовольчої сировини, в тому числі продукції бджільництва, представляє особливий ризик, оскільки значна частина їх є надзвичайно токсичною, навіть у мінімальних кількостях. Значне забруднення земельних угідь цими металами спричинене потужним впливом важкої промисловості, автотранспорту та сільського господарства [192, 5]. Особливістю забруднення ґрунтів важкими металами є їхня низька швидкість самоочищення [81].

Дослідження щодо розподілу важких металів у ґрунтовому середовищі показують, що на найбільша кількість цих токсикантів знаходиться у верхньому прошарку ґрунту. Виявлено також залежність інтенсивності переміщення важких металів у системі ґрунт-рослина між ботанічним її походженням. Вегетативна маса буркуну білого і її азотофіксуючі

властивості використовуються для відновлення родючості ґрунтів [216, 146]. Вирощування буркуну білого має позитивний вплив на ґрунти, зокрема завдяки процесу азотофіксації. Цей процес є важливим для збагачення ґрунтів азотом, що, в свою чергу, позитивно впливає на родючість та підтримання екологічно стійкого агроєкосистеми. Буркун білий є чудовим варіантом сидерату для накопичення азоту в ґрунті. Ця рослина має потужну систему коренів, яка допомагає утримувати ґрунт і покращує його структуру. Крім того, буркун білий може фіксувати азот з повітря з азотфіксуючими бактеріями, що знаходяться в його коренях. Після розкладання рослинної маси буркуну білого азот, який він накопичив, стає доступним для інших рослин у ґрунті. Таким чином, вирощування буркуну білого може значно підвищити рівень азоту та покращити структуру та родючість ґрунту.

Техногенне навантаження на нектаропилконосні угіддя, які є основними для збору нектару та пилку бджіл, призвело до накопичення шкідливих речовин у продукції бджільництва. Велика частина цих речовин характеризується переходом від ґрунту до рослин, а потім до нектару та квіткового пилку. Цей процес впливає на якість продукції бджільництва, ставлячи певні виклики для виробництва безпечних продуктів бджільництва.

Навіть при загальній тенденції до 2022 року зменшення концентрації певних небезпечних речовин у навколишньому середовищі, екологічна обстановка в окремих областях України залишається не зовсім сприятливою для виробництва якісної продукції бджільництва. В окремих випадках ця ситуація навіть досягає критичного рівня, особливо в тих регіонах, що постраждали від аварій в промисловості або зазнали впливу воєнних дій. Це призводить до ряду механічних, фізичних та хімічних впливів на поверхню ґрунту. Ці впливи викликають руйнування структури та функцій ґрунтової екосистеми та призводять до погіршення фізико-геохімічних властивостей ґрунту. Результатом воєнно-техногенного навантаження є знищення рослинності, порушення та забруднення ґрунтового покриву [128, 133, 167, 196]. Ці наслідки різко зменшують рівень біорізноманіття, що, в свою чергу,

погіршує нектаропилконосної бази та рівень забезпеченості бджіл кормом та якість виробленої продукції. При цьому знижується якість рослинної сировини (нектару та квіткового пилку), що використовується бджолами для виробництва меду, бджолиного обніжжя та перги (Rewiev et al., 2023). За умов високого вмісту важких металів у ґрунті, вони активно нагромаджуються в рослинах у надлишковій кількості, включаючи пилок, та потрапляють у трофічний ланцюг системи: ґрунт – рослина – бджола – продукти бджільництва – людина [171, 182, 90]. Концентрація важких металів, таких як цинк, мідь, свинець та кадмій, залежить від рівня забруднення нектаропилконосних угідь, виду медоносних рослин, використання мінеральних добрив у ґрунті та інших факторів [156, 102].

Вміст важких металів у різних частинах рослин зумовлений їх здатністю накопичувати ці токсиканти у кореневій, вегетативній і репродуктивній масі у різних кількостях. Це залежить від рівня надходження та хімічної форми елементів, а також їхньої наявності в ґрунті. Цинк відзначається найвищим коефіцієнтом переходу серед важких металів з ґрунту до вегетативних частин різнотрав'я і пилку. Цей коефіцієнт, який змінюється від 1,19 до 1,75 в залежності від агроєкологічних умов різних регіонів, свідчить про особливу природну активність цинку у відношенні до цих рослинних елементів, а також про високу здатність різнотрав'я до фітореMediaції, тобто очищення ґрунту від цинку. Таким чином, забруднення ґрунтів важкими металами призводить до їх значного накопичення в рослинах, що не лише впливає на якість рослинної продукції, але й має наслідки для трофічних ланцюгів. Коли рослини, зокрема різнотрав'я, з високим вмістом важких металів стають частиною харчового ланцюга, ці токсиканти можуть переноситися пилку і нектару, а в подальшому в продукти бджільництва. Це несе загрозу для здоров'я людей, які споживають ці продукти, оскільки важкі метали можуть викликати хронічні патологічні процеси та алергічні захворювання [100]. Тому необхідно контролювати рівень забруднення важкими металами у ґрунтах, особливо в агроєкологічних

регіонах, де здійснюється вирощування медоносних рослин. Це допоможе зменшити ризик накопичення токсикантів у рослинах і продуктах бджільництва.

### **1.3 Якість продукції бджільництва в умовах техногенного впливу важких металів на нектаропилконосні угіддя**

Екологічно безпечна продукція бджільництва набуває все більшого значення в Україні та багатьох країнах світу. Виробники бджільництва, які акцентують увагу на екологічній чистоті своїх продуктів, отримують конкурентну перевагу на ринку, оскільки споживачі шукають якісні та безпечні продукти. Антропогенне забруднення атмосферного повітря, включаючи токсичні елементи, такі як важкі метали, може негативно впливати на якість продукції бджільництва. Це особливо актуально через вплив промислових процесів, транспорту, воєнних дій та інших джерел. Спільні зусилля в напрямку постійного контролю антропогенного навантаження сприятимуть збереженню якості та екологічної чистоти продукції бджільництва. Інтеграція України до Європейського Союзу відкриває нові перспективи для зростання виробництва та експорту продукції бджільництва. Одночасно з цим, підвищуються вимоги, які українські виробники меду повинні враховувати щодо якості та безпеки своєї продукції.

Важливим показником ефективності використання продукції бджільництва у харчуванні населення та медичній практиці є якість та безпека даної продукції. Загальновідомо, що якість і безпека меду, бджолиного обніжжя, перги та іншої продукції залежить переважно від екологічного середовища її виробництва, зокрема, від стану нектару пилконосних угідь. Сучасні нектарополконосні угіддя потерпають від техногенного навантаження промисловості, інтенсифікації галузі рослинництва та наслідків воєнних дій.

Особливого занепокоєння як практиків, так і науковців, представляє забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь різними токсикантами

внаслідок інтенсифікації народногосподарського виробництва. Серед токсикантів, які представляють високу небезпеку через тривалий термін розпаду та здатність до переміщення в системі ґрунт-рослини-продукція-живі організми є важкі метали.

Техногенна діяльність населення супроводжується надзвичайно складною екологічною проблемою для багатьох регіонів нашої країни. Загальновідомо, що деякі території нашої країни перенасичені промисловим виробництвом, відходи яких створюють певні проблеми для оточуючого середовища. Окрім цього, викиди підприємств суттєво підвищують негативні зміни у навколишньому середовищі.

Під час пошуку корму медоносні бджоли контактують із забруднювальними частинками ґрунту та пилку [69]. 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 [155, 197]. Скрипка та Касянчук [63] виявили, що маточне молочко найменше забруднюється цими речовинами серед інших продуктів бджільництва.

Медоносні бджоли ідеально відповідають критеріям біоіндикаторів та, разом з продуктами своєї діяльності, є унікальними об'єктами досліджень [99]. Використовуючи їх, можна отримати розширений набір екологічних характеристик для оцінки стану навколишнього середовища. Бджоли в процесі еволюції розвинули високу адаптабельність до обмеженої доступності корму. Вони забезпечують себе всіма необхідними поживними речовинами, такими як білки, жири, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни та інші, за допомогою споживання нектару та квіткового пилку рослин. Бджоли тісно взаємодіють з нектаропилконосними рослинами, проводять запилення рослин і отримують необхідні продукти для свого живлення [3, 156, 83, 84].



Продукція медоносних бджіл, така як мед, віск, бджолине обніжжя, використовується для аналізу наявності токсикантів, що може допомогти в оцінці якості навколишнього середовища. Бджоли, збираючи нектар та пилок з квітів, можуть накопичувати важкі метали у бджолиному гнізді [163].

Забруднення навколишнього середовища важкими металами призводить до їх накопичення в рослинній та тваринній сировині, що значно знижує якість цих продуктів. При високому вмісті важких металів у ґрунті, рослини накопичують їх у надлишковій кількості, зокрема в пилку і нектарі. Це спричиняє включення важких металів у трофічний ланцюг, який починається з ґрунту і проходить через рослини, бджіл, продукти бджільництва і, врешті-решт, досягає людини: ґрунт – рослина – бджола – продукти бджільництва – людина. Через продукти бджільництва, такі як мед, пилок та прополіс, важкі метали потрапляють до споживача. Це може призвести до розвитку у людей хронічних патологічних процесів та алергічних захворювань, оскільки важкі метали накопичуються в організмі і викликають довгострокові негативні впливи на здоров'я.

Продукти бджільництва мають високу адсорбцію небезпечних речовин з навколишнього середовища. Діяльність людини призводить до потрапляння сторонніх речовин у мед ще до його відкачування зі стільників. Екологічне забруднення спричиняє контамінацію меду важкими металами та іншими шкідливими речовинами [2]. На даний 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 [126], але вироблена ними продукція є безпечною для споживання [102].

Встановлено [169, 179], що якість меду залежить від екологічного стану нектаропилконосних угідь, сучасний стан яких на окремих територіях

потерпає від техногенного навантаження. Таке явище притаманне територіям, насичених промисловим виробництвом, високим рівнем навантаження автотранспорту та хімізації рослинництва.

Забруднення навколишнього середовища важкими металами стало найгострішою проблемою останніми роками, що тісно пов'язано з іншою глобальною проблемою – виробництвом екологічно чистих продуктів харчування. Відповідно до міжнародних вимог, розроблених об'єднаною комісією ФАО/ВООЗ, основний акцент ставиться на контролі за вмістом важких металів у харчових продуктах, таких як Pb, Cd, As, Hg, Zn та Cu.

Збільшення експорту українського меду вимагає від виробників адаптувати свої виробничі процеси та контроль якості відповідно до європейських стандартів, щоб вони відповідали вимогам європейського ринку. Європейський Союз використовує CODEX STAN 12-1981 [101] та Council Directive 2001/110/EC [120] для регулювання якості меду. CODEX STAN 12-1981 встановлює загальні стандарти для меду, включаючи вимоги до складу, маркування та методів дослідження. Council Directive 2001/110/EC зосереджена на європейському рівні і містить детальніше регулювання в галузі меду. Україна використовує ДСТУ 4497:2005 «Мед натуральний. Технічні умови» [34] як основний стандарт для визначення якості та безпеки бджолиного меду. Цей стандарт включає в себе вимоги до фізичних та хімічних характеристик меду, а також до виробничих процесів. Він регулює такі аспекти, як вміст вологи, цукрів, кислотності, показники безпеки, зокрема за вмістом важких металів, та інші параметри.

Результати Cozmuta et al. [105] свідчать про зменшення забруднення важкими металами продуктів бджільництва наступним чином: медоносні бджоли > трутні > прополіс > віск > личинки бджіл > мед > маточне молочко.

За національними вимогами ДСТУ 4497:2005, які адаптовані до міжнародних та європейських стандартів, дозволяється вміст у медові свинцю не більше 1,0 мг/кг, кадмію – не більше 0,05 мг/кг [34]. Різниця у вмісті мікроелементів у різних видах меду в основному зумовлена

ботанічним походженням джерел нектару. Тобто, значний вплив має рівень забруднення ґрунтів нектаропилконосних угідь зазначеними токсикантами та ботанічного походження [134].

Для забезпечення чистоти бджолиного меду та відсутності забруднюючих речовин, важливо дотримуватися наступних умов: пасіка повинна розташовуватися в екологічно чистій зоні, яка вільна від промислових забруднюючих речовин і інтенсивних застосувань пестицидів. Крім того, використання будь-яких антибіотиків у догляді за бджолиними сім'ями повинно бути виключене. Klym O. та Stadnytska O. [148] зазначають, що із зростанням інтенсивності промислового впливу на навколишнє середовище поліфлорний мед містить більше важких металів. Ковальчук І.І. та ін. [19] зазначають, що інтенсивність антропогенного та техногенного навантаження, а також агроекологічні умови розташування нектаропилконосних рослин впливають на накопичення важких металів фізіологічний стан медоносних бджіл та трансформації їх у продукцію бджільництва. Вони виявили зниження вмісту зазначених металів у продукції бджіл, яка залежить від відстані до промислового центру.

Вид корму є основним шляхом для забруднювачів навколишнього середовища, які потрапляють у харчовий ланцюг медоносних бджіл [212]. Джерелами медозбору є посіви гречки, ріпаку озимого, соняшнику, фруктові сади, різнотрав'я, які забезпечують доступ бджіл до необхідних ресурсів для збору нектару, білкової та іншої продукції бджільництва [185, 42]. 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 [130, 197]. Низка факторів впливають на мінеральний склад меду, включаючи тип ґрунту, медоносна культура, кліматичні умови, кліматичні умови та використання неорганічних добрив. Переважаючими елементами в меді є калій, хлор, сірка, натрій, фосфор, магній, кремній,

залізо і мідь. Надмірна кількість забруднюючих мікроелементів, що переносяться у вулик, може негативно змінити склад меду, створюючи ризик для здоров'я споживачів [197]. Зокрема, токсичні метали, такі як кадмій і свинець становлять значний ризик для медоносних бджіл і людей [108].

Встановлено, що у меді, виробленому у першій половині активного сезону бджіл, спостерігається нижчий вміст свинцю на 16,6% та кадмію у 48,8%, порівняно з другою половиною активного сезону бджіл. Вироблений мед у безрозплідній частині гнізда мав нижчий вміст свинцю і кадмію на 14,3% і 12,8% відповідно, порівняно з аналогічною продукцією виробленою у розплідній частині.

У процесі виробництва меду, бджоли збираючи та згущуючи нектар, тим самим підвищують концентрацію важких металів у виробленій продукції. Ковальчук І.І. та ін. [21] досліджували наявність вмісту важких металів у продукції карпатських бджіл різних типів і ними виявлено міжтипові коливання вмісту окремих важких металів у бджолиному обніжжі, меді та стільниках карпатських бджіл і вплив на якісні показники та біологічну цінність меду. Ці метали потрапляють у продукти бджільництва, що може бути шкідливим для здоров'я людини при їх споживанні. Високою концентрацією важких металів у продукції бджільництва також визначається рівень забруднення ґрунтів та систематична приналежність рослин. Дослідження показують, що в зонах техногенного впливу у продуктах бджільництва виявляють високий рівень важких металів [106, 129, 128]. Вищою забрудненістю вирізняються пилки і перга, які, за деякими джерелами, мають вищу концентрацію важких металів порівняно з медом. Kovalchuk & Fedoruk [129] встановлено, що концентрація кадмію у бджолиному обніжжі, виготовленому з пилку кульбаби в промисловій зоні, перевищує рівень на умовно чистій території від 1,2 до 3,2 разів. Також виявлено значущі відмінності в концентрації важких металів у пилку кульбаби та гречки.

Ягіч та Лосєвим [73, 74] 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 день більший порівняно зі світлими. Однак з подальшим ростом личинок ця тенденція змінювалася зворотно пропорційно на користь стільників старшого віку. Найбільший вміст цинку у трутневих личинках припадає на 5-6 день їх росту, а з 7 дня його кількість поступово зменшується. Встановлено, що протягом тривалого періоду використання стільників робочими бджолами вони не лише піддаються фізичним змінам, але й також і якісним, 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 туберкульозом легень [63].

Оригінальність продуктів бджільництва, зокрема меду, визначається його походженням, високою поживною цінністю, екологічною чистотою та профілактично-лікувальними властивостями. Це призводить до постійного зростання обсягів виробництва меду, тому й до виробленої продукції висуваються високі вимоги щодо його якості [1, 25, 179].

Важкі метали, що надходять у харчовий ланцюг, є токсичними та можуть бути потенційно небезпечними для екосистем і здоров'я людини, викликаючи різного роду зміни в її організмі [12]. Надходження таких металів разом з нектаром можуть спричинити забруднення меду. Nladun et al. [131] вважають, що розташовані пасіки близько до забруднених важкими металами територій, можуть зазнавати певних загроз та відчувати негативний вплив у зв'язку із змінами у динаміці та виживанні бджолиних сімей.

Вплив важких металів на життєздатність медоносних бджіл, розвиток розплоду та видову різноманітність виявився негативним. Згідно з дослідженнями Verma et al. [209] та Zajdel et al. [215], медоносна бджола (*Apis mellifera*) може служити маркером для моніторингу забруднення важкими металами навколишнього середовища, оскільки вона відображає

наявність та кількість цих металів у рослинах навколо пасік. Медоносні угіддя впливають на якість та безпеку продукції бджільництва, а їх сучасний стан відзначається наявністю техногенного забруднення, включаючи важкі метали [209]. Якість та безпека квіткового пилку та його перероблених продуктів бджолами, таких як бджолине обніжжя, перга та гомогенат, значною мірою залежать від екологічного стану медоносних угідь, зокрема, від рівня забруднення ґрунтів [183].

Різні види рослин виявляють різну здатність до поглинання свинцю. Злакові та гречка мають тенденцію до високого збагачення свинцем. Серед дикорослих рослин, м'ята перцева, ромашка аптечна, листки конвалії, собача кропива, буркун та мати-й мачуха вирізняються значним накопиченням цього металу. Kovalchuk & Fedoruk [129] вважають, що агроєкологічні умови сільськогосподарських угідь, віддалених від промислового центру, забезпечують нижчий вміст важких металів у продукції бджільництва (бджолиному обніжжі та меді), а бджолине обніжжя та перга з соняшнику відзначаються високою активністю у накопиченні свинцю і кадмію. Підвищення вмісту Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Нікелю, Плюмбуму та Кадмію залежно від зони розміщення вуликів підтверджує у дослідженнях Клим О.Я. [128].

Отримані дані Рівіс Ю.Ф. та ін. [134] вказують на значне підвищення рівня кадмію в бджолиному обніжжі та пилку з кульбаби лікарської і яблуні порівняно з умовно чистим гірським довкіллям. Кадмій накопичується в цих продуктах в 2,5-4,0 рази більше. Пилок з кульбаби лікарської є значно активнішим акумулятором важких металів, у ньому вони накопичуються у двічі більшій кількості, ніж у пилку з яблуні. Рівіс Ю.Ф. та ін. [134] стверджують, що цинк має дуже високий коефіцієнт переходу з орного шару ґрунту в бджолине обніжжя та пилок з кульбаби лікарської і яблуні, дещо нижчі коефіцієнти має свинець. Важкі метали, які перебувають у доступній формі в ґрунтах, включаються в процес живлення рослинами та накопичуються в їхній продукції, що призводить до зниження якості та

безпеки цих продуктів [8, 204].

Екологічні умови з різним антропогенним навантаженням на довкілля та способи утримання медоносних бджіл мають певний вплив на концентрацію токсикантів у перзі та поліфлорному меді, а також і на показники мінерального складу продукції бджільництва [106, 129, 128]. Деякі рослини можуть менше акумулювати важкі метали, тому вибір певних видів медоносних рослин для бджіл може сприяти зниженню ризику забруднення продукції бджільництва [129].

Встановлено, що бджолине обніжжя, вироблене бджолами з пилку сільськогосподарських нектаропилконосів, характеризувалось вищим вмістом свинцю у 1,59 раза, кадмію – у 1,41 раза, порівняно з аналогічною продукцією, виробленою з пилку лісопаркових нектаропилконосів.

Певна тенденція накопичення важких металів спостерігалась і в перзі. Зокрема, у перзі, виробленій під час цвітіння сільськогосподарських нектаропилконосів, вміст свинцю і кадмію був вищим у 1,8 раза та 2,0 раза; у гомогенаті трутневих личинок – у 1,56 раза і 1,13 раза відповідно, порівняно з цією ж продукцією, одержаною з лісопаркових нектаропилконосів.

Виявлено зниження коефіцієнта накопичення у бджолиному обніжжі свинцю у 4,2 раза, кадмію – у 3,5 раза за вапнування ґрунтів з рН середовищем 4,5-4,9. Подібна тенденція спостерігалась і по коефіцієнту накопичення свинцю і кадмію у перзі та гомогенаті трутневих личинок.

Калініна І.Г., Долгая М.М. [15] виявили, що у серпні спостерігається корелятивне зменшення концентрації цинку і кадмію, а також збільшення концентрації кадмію і свинцю в бджолиному обніжжі. Мінімальна концентрація міді і цинку була зафіксована в обніжжі, зібраному у першій декаді липня, тоді як найнижчі рівні свинцю і кадмію спостерігалися у першій декаді серпня.

Виробництво продукції в галузі бджільництва в умовах такого техногенного впливу на нектаропилконосні угіддя виявлено, що квітковий пилок, перга та воскова сировина переважно більше забруднені, порівняно з

меншим ступенем забруднення мед та гомогенат трутневих личинок. Результати проведених досліджень в умовах Лісостепу правобережного свідчать про меншу концентрацію свинцю, кадмію, цинку та міді у бджолиному обніжжі, перзі та гомогенаті, які були вироблені бджолами з пилку лісопаркових медоносів, таких як клен, акація біла та липа, у порівнянні з продукцією, отриманою від сільськогосподарських медоносів, таких як озимий ріпак, гречка та соняшник [133].

Ковальчук І.І. та інші [18] проводили дослідження щодо вмісту мінеральних елементів і жирних кислот у перзі веснянолітнього збору за органічного та традиційного виробництва. Ними встановлено зменшення концентрації заліза, цинку, міді, хрому і нікелю у зразках перги за органічного виробництва.

Стільники із бджолиних сімей, що знаходилися на відстані 15-30 км від зони інтенсивного техногенного навантаження, мали нижчу концентрацію заліза, цинку, міді, нікелю та свинцю [22]. Виявлено, що вміст свинцю і кадмію у восковій сировині, заготовленій від бджолиних сімей розміщених в умовах високого розвитку промисловості на сході України, був вищим у 4,6 раза та 10 разів, порівняно з територією центрального Лісостепу. Збільшення тривалості використання стільників під вирощування розплоду з одного до трьох років супроводжувалось підвищенням вмісту в них свинцю у 2,3 раза, кадмію – у 6,4 раза. За використання протягом року стільників під вирощування розплоду в умовах центрального Лісостепу в них накопичується до 29240 мг свинцю та 2040 мг кадмію із розрахунку на 1 кг цієї сировини. Важкі метали у стільниках концентруються переважно у невоскових компонентах. Вимивання невоскових розчинних компонентів з воскової сировини знижує у виробленому з неї воску свинцю на 25,5% та кадмію – на 33,4%. У виробленому поліфлорному бджолиному обніжжі найвищий вміст свинцю і кадмію спостерігався у даній продукції, виробленої з осінніх нектаропилконосів, порівняно нижчий – з літніх та весняних.

Вміст жирних кислот та співвідношення окремих поліненасичених і



насичених жирних кислот у зразках відбудованих стільників залежить від агроекологічних умов навколишнього середовища та інтенсивності техногенного впливу на сільськогосподарські землі. За розміщення вуликів до 30 км від зони інтенсивного техногенного навантаження зростає відносний вміст пальмітоолеїнова, лінолевої та ліноленової поліненасичених жирних кислот і зменшувався – капринової, лауринової та стеаринової насичених кислот [22].

Рівіс Й.Ф., Постоєнко В.О. та ін. [61] встановили, що в орному шарі ґрунту та бджолиному обніжжі концентрація Феруму, Цинку, Купруму, Кобальту, Хрому, Нікелю, Плюмбуму та Кадмію збільшується від гірських територій до Лісостепової зони. При цьому знижуються коефіцієнти переходу Цинку, Хрому та Нікелю із орного шару ґрунту в бджолине обніжжя, Цинку та Нікелю – у пилок із кульбаби лікарської, Цинку – в пилок із яблуні. Науковці стверджують, що бджолине обніжжя та пилок із кульбаби лікарської і яблуні можуть бути біоіндикаторами екологічного стану довкілля [61].

Гречаний мед, зібраний у районах поруч із вугільними шахтами і збагачувальними комбінатами, містить у 1,5–16,0 разів більше важких металів, таких як залізо, цинк, мідь, нікель та свинець, біля гірничовидобувного комбінату та цементного заводу – в 1,2–12,0 разів [62]. Вищому рівню міді та цинку в ґрунті відповідає і більш висока їх концентрація в меді [46].

Врадій О. [127] було проведено дослідження концентрації важких металів у перзі, виробленій бджолами з пилку липи серцелистої та широколистої, в умовах лісових та лісозахисних придорожніх насаджень. В результаті у ґрунтах цих насаджень виявлено свинцю 1,27–2,31 мг/кг, кадмію – 0,27–0,32 мг/кг, цинку – 11,7–17,1 мг/кг та міді – 1,0–2,0 мг/кг, а в перзі вміст зазначених елементів був в межах граничнодопустимих концентрацій. Разом з тим, виявлено, що концентрації Pb, Cd, Zn та Cu у перзі, виробленій бджолами з квіткового пилку липи серцелистої та

широколистої, були вищими в умовах придорожніх захисних смуг порівняно з пергою, зібраною в умовах лісових насаджень. Це свідчить про те, що придорожні умови сприяють підвищенню вмісту важких металів у продуктах бджільництва.

Отже, у сучасних умовах, де основним пріоритетом стає принцип екологічної раціональності, активно розвиваються та використовуються системи, технології та методи, спрямовані на створення екологічно безпечної продукції у галузі рослинництва і бджільництва [87]. Важкі метали визнаються серйозними забруднювачами, оскільки їх поширення і міграція в навколишньому середовищі можуть негативно впливати на екосистеми та здоров'я людини. У цьому контексті виникає необхідність розробки стратегій регулювання вмісту важких металів у системі «грунт – рослина – продукція», які базуються на взаємозв'язаних та взаємозалежних процесах цього кругообігу [142]. Ґрунти виступають природними накопичувачами важких металів у довкіллі та є основним джерелом забруднення рослин. Близько 90% важких металів, що потрапляють в навколишнє середовище, акумулюється в ґрунті, а потім мігрує в природні води, поглинається рослинами та включається в трофічні ланцюги. Кінцевою ланкою цих ланцюгів є організми людей.

Для зменшення впливу антропогенного забруднення на бджільництво та продукцію бджіл важливо вживати заходів для зменшення викидів важких металів в атмосферу. Це може включати в себе впровадження екологічно чистих технологій виробництва, обмеження використання шкідливих речовин та інші заходи, спрямовані на зниження викидів забруднюючих речовин. Додатково важливо проводити моніторинг рівнів важких металів у продуктах бджільництва, щоб забезпечити їхню безпеку для споживачів. Це дозволяє вчасно виявляти можливі забруднення та вживати заходів для їхнього усунення, забезпечуючи виробництво екологічно безпечної продукції бджільництва. У таких умовах виникає необхідність в пошуках та розробці ефективних методів контролю за техногенним навантаженням на ґрунти

сільськогосподарських угідь та відновлення їх родючості під час високого ризику.

Отже, узагальнюючи аналіз літературних першоджерел, необхідно відмітити, що сучасні нектаропилконосні угіддя перебувають під постійним ризиком зростаючого забруднення важкими металами внаслідок техногенної діяльності населення. Особливо потужного навантаження нектаропилконосні угіддя зазнають внаслідок інтенсифікації рослинництва, а останніми роками через вплив воєнних дій.

Забруднення нектаропилконосних угідь важкими металами призводить до накопичення токсикантів у продукції бджільництва, іноді понад допустимі рівні. Інтенсивність забруднення залежить від низки факторів, які певною мірою визначають рівень накопичення токсикантів у меді, бджолиному обніжжі, гомогенаті трутневих личинок. Значного техногенного впливу зазнають сільськогосподарські нектаропилконосні угіддя, які на території Лісостепу правобережного створюють основні умови для виробництва продукції бджільництва. За таких умов виникає потреба у постійному моніторингу накопичення важких металів у продукції бджільництва для прогнозованого контролю якості виробленої продукції.

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження за обраною темою дисертаційної роботи проводились впродовж 2016-2024 років в умовах сільськогосподарських нектаропилконосних угідь ТОВ «Агроеталон» с. Василівка ФГ Володимир с. Шершні Тиврівського району та ФГ «Дзялів» с. Кам'яногірка Жмеринського району Вінницької області Лісостепу правобережного на території Вінниччини.

Лісостеп правобережний має переважно рівнинний рельєф, хоча і зустрічається пологі схили. Фізико-географічна зона Лісостепу правобережного розташована між Поліссям та Степом. Лісостеп правобережний поєднує в собі ліси, луки та орні землі, частина рослинності яких є джерелом нектару і квіткового пилку для бджіл. Клімат району Лісостепу правобережного в умовах проведення досліджень помірно континентальний з невисокою мінусовою температурою в зимовий період та теплим і маловологим літом.

У зимовий період зустрічаються короткочасні відлиги з досить високими плюсовими температурами, зокрема, до 16 °С в 2024 році в лютому місяці. Сніговий покрив в середньому не великий 10–15 см. Весняний період не завжди сприятливий для ефективного використання бджолами нектару з весняних нектаропилконосів, особливо у першій половині весняного періоду. У даний період температура повітря не досягає необхідного рівня для збору бджолами нектару і квіткового пилку.

Сприятливі умови для збору бджолами нектару і квіткового пилку наступають переважно у другій половині весни, третя декада квітня. У зазначений період випадає більша кількість опадів порівняно з літнім. Протягом трьох літніх місяців (червень, липень, серпень) також спостерігаються не завжди сприятливі природно-кліматичні умови через високі, а інколи аномально високі температури повітря, які інколи досягають позначки 33 °С і вище.

У даний період спостерігається дефіцит вологи, інколи перепадають рясні та аномально рясні опади за короткий проміжок часу. Осінній період характеризується високою температурою, яка може досягати позначки 24 °С та незначною кількістю опадів. У таких кліматичних умовах бджолині сім'ї мають можливість провести пізній обліт, що спостерігається до першої декади листопада.

Нектаропилконосна база територій проведення досліджень характерна особливостям, притаманним Лісостепу правобережного. Зокрема, на даній території зростають три групи нектаропилконосів і лісопаркові сільськогосподарські та нектаропилконоси луків і пасовищ. Група нектаропилконосів лісопаркових насаджень, з яких бджоли виробляють найвищу кількість товарної продукції, включає акацію білу, липу широколисту та дрібнолисту. Переважна кількість липи та акації білої зростає в парках та лісозахисних смугах. Виробництво товарної продукції з цих нектаропилконосних дерев не завжди є ефективним через порівняно низьку температуру навколишнього середовища, що нижча за 14 °С під час цвітіння акації білої і, навпаки, через високу температуру понад 25 °С під час цвітіння липи. Нектаропилконоси лісопаркових насаджень, такі як різні види кленів, глід, ожина, малина та інші, створюють умови лише для підтримуючого медозбору.

Нектаропилконосні рослини луків і пасовищ Лісостепу правобережного представлені різнотрав'ям: кульбаба лікарська, чебрець, синяк, конюшина повзуча, буркун білий та інші. Дані нектаропилконосні рослини в нектаропилконосному конвеєрі бджіл займають незначні площі, тому створюють умови лише для підтримуючого медозбору.

Найпотужніша група нектаропилконосів є сільськогосподарські рослини, до яких необхідно віднести: ріпак озимий, гречку та соняшник, домінуючим з яких є соняшник. З цих нектаропилконосів в умовах Лісостепу правобережного виробляється найбільша кількість товарного меду. Природно-кліматичні умови для продуктивного використання у бджільництві

цих нектаропилконосів є більш сприятливими порівняно з лісопарковими нектаропилконосами. Окрім цього, в умовах Лісостепу правобережного суттєвим джерелом нектару і квіткового пилку може бути плодовий сад, який представлений переважно яблунями. Однак, під час цвітіння саду дуже часто спостерігаються несприятливі умови, переважно низькі температури нижче 14 °С, що не дає можливості одержати товарну продукцію. До того ж, у даний період бджолині сім'ї мають, як правило, недостатню силу для максимального використання медозбору.

Ґрунти нектаропилконосних угідь Лісостепу правобережного представлені переважно сірими лісовими, ясно-сірими лісовими, темно-сірими лісовими та чорноземами.

Основним джерелом техногенного навантаження на ґрунти лісопаркових луків і пасовищних та сільськогосподарських угідь є промисловість. Потужним джерелом забруднення сільськогосподарських нектаропилконосних угідь токсинами, у тому числі важкими металами, є хімізація у рослинництві, де потужним джерелом забруднення є мінеральні добрива.

Останнім часом потужного забруднення важкими металами зазнали нектаропилконосні угіддя внаслідок воєнних дій. Найбільш проблемна ситуація із екологічним станом нектаропилконосних угідь склалась в умовах сільськогосподарського виробництва. Інтенсифікація галузі рослинництва призвела до зростаючого використання мінеральних добрив та засобів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин, що, в свою чергу, підсилює процес деградації ґрунтів, забруднення їх важкими металами.

Районованими породами бджіл в умовах Лісостепу правобережного є аборигенні породи українська степова та карпатська. Однак, в даній місцевості зустрічаються й інші породи, переважно помісі кавказької та української степової, італійської та української степової породи. Утримують бджолині сім'ї переважно у вуликах-лежаках. Однак, зустрічається утримання у багатокорпусних вуликах та українських вертикальних вуликах.

Виробництво продукції бджільництва зосереджені в основному на виробництві меду, в меншій мірі на бджолине обніжжя, пергу, віск та прополіс. Останнім часом пасічники займаються виробництвом гомогенату трутневих личинок та личинок воскової молі, маточне молочко виробляється у невеликих об'ємах.

Найвищу кількість товарного меду на даній місцевості одержують у період цвітіння соняшнику, порівняно нижчу з ріпаку озимого, акації білої та липи. Переважна частина бджолиних сімей в Україні утримується у приватному секторі, де застосовують селекцію з низьким рівнем розведення бджіл. Селекційна робота спрямована на збереження місцевих аборигенних порід бджіл, враховуючи такі ознаки, як продуктивність, зимостійкість, агресивність та інтенсивність нарощування сили бджолиних сімей.

Визначення вмісту важких металів та мікроелементів у ґрунтах, вегетативній масі нектаропилконосних рослин та продукції бджільництва проводили в лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного університету, лабораторії випробувального центру Вінницького обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції «Облдержродючість».

## **2.2. Методи дослідження**

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили згідно загальної схеми (рис. 2.1).

Перший напрям досліджень був спрямований на вивчення інтенсивності забруднення ґрунтів сільськогосподарських нектаропилконосних угідь важкими металами і мікроелементами та інтенсивності їх переходу у нектаропилконосні рослини.

Для даного дослідження було обстежено 23 поля, загальною площею 1727 га, що зайняті під вирощування сільськогосподарських нектаропилконосів (ріпак озимий, гречка, соняшник).

## Оцінка якості продукції бджільництва в умовах забруднення важкими металами медоносних угідь Лісостепу правобережного

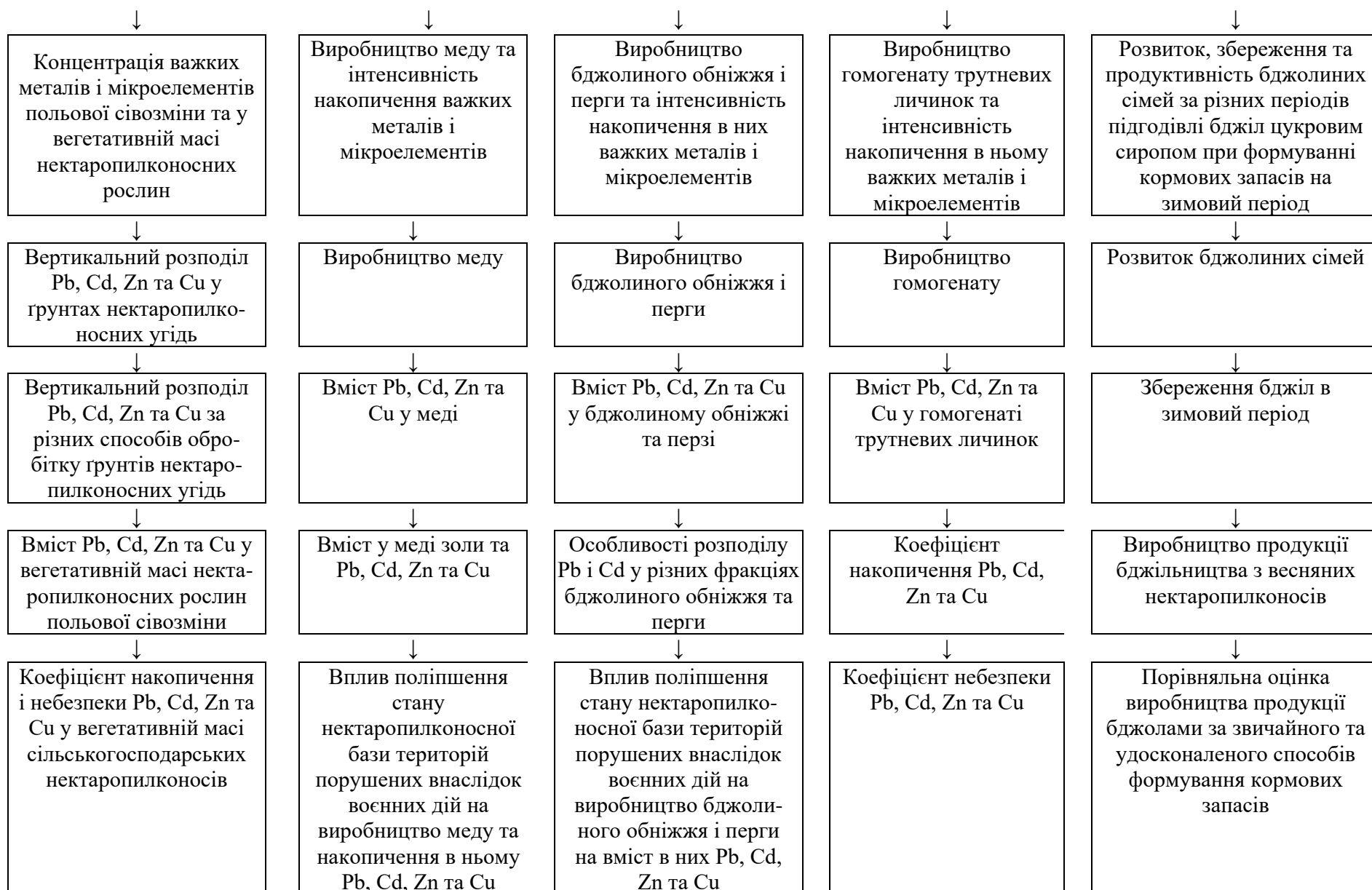


Рис. 2.1. Схема досліджень



Метою досліджень було вивчення інтенсивності накопичених у ґрунтах сільськогосподарських нектаропилконосних угідь та у вегетативній масі ріпаку озимого, гречки та соняшнику важких металів: свинцю, кадмію та мікроелементів: цинку і міді.

Завданням досліджень було:

- дослідити вміст свинцю, кадмію, цинку та міді у ґрунті та вегетативній масі нектаропилконосів;
- визначити коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію, цинку та міді у вегетативній масі нектаропилконосних рослин;
- визначити коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді у ґрунтах і вегетативній масі нектаропилконосів.

Другий напрям досліджень охоплював вивчення виробництва меду, одержаного з нектару сільськогосподарських нектаропилконосів, та вмісту в ньому важких металів і мікроелементів.

Метою даного дослідження було вивчення медопродуктивності бджолиних сімей за використання медозбору з основних сільськогосподарських нектаропилконосів та вміст у виробленій продукції важких металів і мікроелементів.

Завданням досліджень було:

- дослідити медопродуктивність бджолиних сімей за використання медозбору з ріпаку озимого, гречки та соняшнику;
- визначити вміст у меді, виробленого бджолами з ріпаку озимого, гречки та соняшнику, свинцю, кадмію, цинку та міді;
- визначити коефіцієнт накопичення у меді, виробленого з нектару ріпаку озимого, гречки та соняшнику, свинцю, кадмію, цинку та міді;
- визначити коефіцієнт небезпеки у меді, виробленого з нектару ріпаку озимого, гречки та соняшнику, свинцю, кадмію, цинку та міді.

Третій напрям досліджень передбачав вивчення продуктивності бджолиних сімей з виробництва бджолиного обніжжя та перги, одержаних у період цвітіння основних сільськогосподарських нектаропилконосів та

вмісту в них важких металів і мікроелементів.

Метою даного дослідження було вивчення виробництва бджолиного обніжжя і перги та вмісту в них свинцю, кадмію, цинку та міді.

Для досягнення мети в завдання входило:

- вивчити продуктивність бджолиних сімей з виробництва бджолиного обніжжя і перги;
- дослідити вміст у бджолиному обніжжі та перзі свинцю, кадмію, цинку та міді;
- встановити коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді у бджолиному обніжжі та перзі.

Четвертий напрям досліджень був направлений на дослідження продуктивності бджолиних сімей з виробництва гомогенату трутневих личинок та вмісту в ньому важких металів і мікроелементів.

Метою даного дослідження було вивчення обсягів виробництва гомогенату трутневих личинок та вмісту в ньому свинцю, кадмію, цинку та міді.

Для досягнення мети в завдання досліджень входило:

- вивчення продуктивності бджолиних сімей з виробництва гомогенату трутневих личинок;
- дослідити вміст в гомогенаті трутневих личинок свинцю, кадмію, цинку та міді;
- встановити коефіцієнт накопичення у гомогенаті трутневих личинок свинцю, кадмію, цинку та міді;
- встановити коефіцієнт небезпеки у гомогенаті трутневих личинок свинцю, кадмію, цинку та міді.

П'ятий напрям досліджень включав вивчення ефективності виробництва продукції бджільництва з весняних сільськогосподарських нектаропилконосів з удосконалення технологічних операцій утримання сильних бджолиних сімей в умовах домінуючих посівів соняшнику.

Метою даного дослідження було встановлення впливу збереження сили

бджолиних сімей осінньо-зимового періоду на ефективність використання весняного медозбору.

Для досягнення мети в завдання входило:

- дослідити основні причини втрати сили бджолиних сімей в осінньо-весняний період;
- удосконалити технологію збереження в осінньо-зимовий період бджолиних сімей шляхом оптимізації формування кормових запасів на зимовий період, використовуючи підгодівлю бджіл цукровим сиропом;
- вивчити ефективність використання медозбору бджолиними сім'ями різними за силою;
- встановити ефективність використання весняного медозбору за рахунок збереження сили бджолиних сімей протягом осінньо-зимового періоду.

Виробництво меду, бджолиного обніжжя, перги та гомогенату трутневих личинок проводили за загальновідомими технологіями.

Відбір стільників з медом з бджолиних гнізд проводили після закінчення цвітіння ріпаку озимого, гречки, соняшнику. Стільники відбирали тільки ті, які були заповненні та запечатовані восковими кришками не менш 70%. Після відкачування меду його фільтрували та залишали для відстоювання.

Відбір бджолиного обніжжя проводили навісними пилковловлювачами, які навішували на передню стінку вулика. Перед відбором бджолиного обніжжя проводили підготовку бджолиних сімей. Для адаптації бджіл протягом перших двох-трьох днів решітку у пилковловлювачі не використовували. Потім на 2-3 добу вмонтовували в корпус лоток та робочу решітку. Пилковловлювачі були відкриті для збору з 11:00 до 14:00 години кожної доби. Відбирали бджолине обніжжя з лотків пилковловлювача щодня і зважували на електронних вагах ВТУ2100 «AXIS». Відібране бджолине обніжжя просушували за температури 41 °С. Для подальшої таксономічної ідентифікації бджолине обніжжя зберігали при -20 °С. Визначення

ботанічного походження бджолиного обніжжя проводилося на основі морфологічних ознак пилкових зерен. Відібране обніжжя було представлене сумішшю різних рослин, тому проводили попередні дослідження для визначення його видової належності. При визначенні видового походження пилку враховували колір обніжжя, його сортували за кольором. Для точної класифікації відібраних зразків бджолиного обніжжя проведено ідентифікаційні дослідження пилкових зерен, відзнятих відеокамерою з біноклярного мікроскопа Granum. При цьому визначали основні параметри пилкового зерна шляхом порівняння зображень із стандартними зразками. Дослідні зразки обніжжя зіставляли з таблицями кольорів обніжжя різних видів рослин [132, 86, 147]. Сортування проводили при електричному освітленні. Виробництво перги проводили шляхом відбору стільників з даною продукцією після цвітіння кожного медоносу (ріпак озимий, соняшник, гречка). Стільники з пергою піддавалися просушці бджолами (видалення меду), розміщуючи їх у пусті вулики поза межами пасіки під час підтримуючого медозбору з подальшим видаленням разом з восковими комірками. Виділена перга у стільниках проморожувалась, потім механічним шляхом подрібнювалась. Після подрібнення відсівали воскові частинки від перги.

Гомогенат трутневих личинок виробляли під час цвітіння нектаропилконосів, що передбачалося програмою досліджень, за допомогою будівельних трутневих рамок. Будівельні рамки поміщали у бджолині гнізда між останнім стільником з розплодом та першим з кормом. Видалені з будівельних рамок личинки були сировиною для виробництва гомогенату. Відбір трутневих личинок проводили на 7 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.

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 вуличок) по 5 сімей у кожній.

Визначення концентрації важких металів у гомогенаті трутневих личинок залежно від періоду цвітіння нектаропилконосів проводили на двох групах (у період цвітіння ріпаку озимого та весняного різнотрав'я і липи та гречки), в яких були задіяні по 5 бджолиних сімей у кожній.

Відбір ґрунту проводили методом конверту. За цього методу з одного поля у п'яти місцях (по кутках квадрату та в центрі) відбиралися зразки ґрунту на глибині 0-25 см. Відстань між точками відбору становила 100 м. З п'яти проб формували загальну пробу, очищали від залишків вегетативної маси, після чого методом точкових проб були відібрані зразки для відправки в лабораторію для визначення важких металів масою 2 кг.

Визначення азоту у ґрунті проводили у 4 повторностях. Відбір ґрунту для цього проводили перед висівання буркуну білого (третьа декада березня) та після закінчення його вегетаційного періоду – третя декада вересня.

Вегетативну масу нектаропилконосів (ріпак озимий, гречка, соняшник) відбирали для досліджень (накопичення в ній важких металів) з кожного поля по кожній культурі окремо. З цією метою скошували з кожного поля у п'яти місцях посіву рослин ділянку 1×1 м, формували загальну партію, від якої методом точкових проб відбирали зразки масою 2 кг для відправки в лабораторію.

Відбір центрифужного меду для досліджень проводили алюмінієвим пробовідбірником з кожної тари однієї партії, по 2 кг після цвітіння певного медоносу. Кількість кормового меду та перги, що знаходилися у стільниках бджолиного гнізда, визначали за різницею ваги стільника з відповідною продукцією та пустим стільником (0,7 кг). Кількість центрифужного меду визначали після відкачування (третьа декада серпня) його із стільників з медом на вагах CAS SW II-15. Відбір заповнених медом стільників із запечатаними на 1/3 комірками проводили з кожного вулика. Після цього стільники розпечатували від воскових кришечок за допомогою електричного ножа для розпечатування стільника PROFİ 220В. Потім стільники поміщали

у медогонку AISI 430 і проводили відкачування меду.

Відбір бджолиного обніжжя для досліджень проводили методом точкових проб з кожної партії окремо по 0,5 кг. Із загальної маси бджолиного обніжжя відбирали тільки той, який мав ознаки певної культури (колір, морфологічна будова). Проби перги відбирали шляхом точкових проб з кожної партії окремо.

Відбір гомогенату трутневих личинок для лабораторних досліджень проводили точковим методом з різних частин тари по 0,5 кг.

У дослідженні з вивчення впливу періоду підгодівлі бджіл цукровим сиропом при формуванні кормових запасів на зимовий період в умовах домінуючого вирощування соняшнику в нектаропилконосному конвеєрі бджіл першої групи підгодовували цукровим сиропом для формування кормових запасів на зимовий період з 4.07 по 10.07 в період підтримуючого медозбору до початку цвітіння соняшнику, другої групи – з 24.07 по 30.07 у період, коли перецвіла основна маса соняшнику, у третій групі – з 24.08 по 30.08, після закінчення цвітіння соняшнику. Кожна сім'я за період підгодівлі отримала по 12 кг цукрового сиропу (1 частина води : 1,5 частин цукру). У бджолиних сім'ях першої групи після завершення формування кормових запасів на зимовий період, щоб унеможливити потрапляння даного корму у товарний соняшниковий мед, тимчасово відбирали з бджолиних гнізд пронумеровані стільники і зберігали їх у стільникосховищах.

Кількість запечатаного розплоду в бджолиних сім'ях визначали за допомогою рамки-сітки, яка поділена на квадрати розміром 5x5 см [7]. Кожен квадрат сітки має площу поверхні 25 см<sup>2</sup>. Після чого проводилося підрахунок загальної площі стільників із запечатаним розплодом. Для визначення площі прикладали рамку-сітку до стільника з розплодом і підраховували кількість цілих та неповних квадратів, зайнятих розплодом. Неповні квадрати переводили в цілий. При цьому враховували, що в одному квадраті поміщається 100 бджолиних і 75 трутневих комірок.

Силу бджолиних сімей визначали за кількістю зайнятих бджолами

вуличок.

При формуванні піддослідних сімей-аналогів:

- визначали породу бджіл за методикою В.В. Алпатова;
- силу сім'ї, кількість вуглеводного і білкового корму – за методиками

В.К. Кононенко та ін.

При вивченні безпеки продукції бджільництва (бджолине обніжжя, перга, гомогенат трутневих личинок) визначали:

- концентрацію важких металів – за методичними вказівками з атомно-абсорбційних методів визначення токсичних елементів у харчових продуктах та харчовій сировині;

- ботанічне походження меду – за методикою, описаною В.А. Темновим;

- відбір проб ґрунту за методикою, описаною В.В. Авсеєнком.

У дослідженнях використовували бджолині сім'ї української степової породи бджіл, які утримувалися у вуликах-лежаках та багатокорпусних вуликах залежно від мети досліджень. Бджолині сім'ї формували за принципом груп-аналогів. При цьому було взято до уваги породу бджіл, їх силу, запас вуглеводного і білкового корму, вік бджолиних маток та їх походження, систему утримання. Породу бджіл визначали на підставі екстер'єрних та господарсько-корисних ознак. Із екстер'єрних показників враховували колір бджіл, довжину хоботка, ширину третього тергіту, кубітальний індекс. З господарсько-корисних показників бджіл враховували медопродуктивність, печатка меду, маса бджоли, агресивність, ефективність нарощування бджіл.

Бджолині матки відбирали від однієї матки в сім'ях-виховательках. Медопродуктивність бджолиних сімей визначали за кількістю кормового та товарного меду шляхом зважування та обліку кількості заповнених медом комірок. Облік центрифужного меду (товарного) проводили шляхом зважування на електричній вазі, а стільникового (кормового) – на пружинній вазі.

Кількість заповнених комірок меду в бджолиних сім'ях визначали за допомогою рамки-сітки, підраховуючи кількість цілих та неповних квадратів з медом. Неповні квадрати переводили в цілий. При цьому враховували, що в одному квадраті міститься 100 бджолиних комірок, а в одній комірці 80 г меду та 40 г перги.

Матеріали досліджень обробляли, використовуючи загальноприйняті статистичні методи із визначенням критерію Стюдента за допомогою програмного забезпечення Statistica. При цьому вираховували середні арифметичні величини, похибки середніх величин та достовірність різниці між середніми величинами (критерій P). Для підтвердження рівня ймовірності в таблицях прийняті умовні позначення  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ .



### **РОЗДІЛ 3. ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКЦІ БДЖІЛЬНИЦТВА ТА ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ В НІЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НЕКТАРОПИЛКОНОСНІ УГІДДА**

#### **3.1. Концентрація важких металів і мікроелементів у ґрунтах польової сівозміни та у вегетативній масі нектаропилконосних культур**

У сучасних умовах Лісостепу правобережного переважна частка нектаропилконосних рослин, які створюють умови для забезпечення бджіл кормом та вироблення товарної продукції зростають у польовій сівозміні.

Територія Лісостепу Правобережного характеризується високим рівнем розорюваності, яке досягає 90% і вище. Ґрунти польової сівозміни, від екологічного стану яких залежить якість виробленої рослинної сировини, перебувають під постійним антропогенним навантаженням різних токсикантів, зокрема і важких металів. Техногенне навантаження на ґрунти сільськогосподарських нектаропилконосних угідь створює переважно хімізація у рослинництві. Потужним джерелом забруднення ґрунтів польової сівозміни токсикантами є мінеральні, органічні добрива та хімічні засоби боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин.

За таких умов виникає потреба у проведенні постійного контролю за забрудненням важкими металами ґрунтів для прогнозування якості виробленої продукції бджільництва.

Результати досліджень, що наведені у таблиці 3.1, показали, що середній вміст у ясно-сірих лісових ґрунтах склав за ртуттю 0,17 мг/кг, свинцем – 1,05 мг/кг, кадмієм – 0,41 мг/кг, цинком – 5,05 мг/кг та міддю – 1,82 мг/кг. Отримані показники не перевищують гранично допустимі рівні.

Аналіз даних інтенсивності забруднення сірих лісових ґрунтів (табл. 3.1) свідчить, що вміст ртуті, свинцю, кадмію, цинку та міді в середньому складає 0,125 мг/кг, 1,725 мг/кг, 0,325 мг/кг, 6,55 мг/кг та 1,255 мг/кг

відповідно, що не перевищує гранично допустимі концентрації. Вміст важких металів та мікроелементів у сірому лісовому ґрунті нектаропилконосних угідь польової сівозміни в середньому складав по ртуті – 0,10 мг/кг, свинцю – 0,56 мг/кг, кадмію – 0,12 мг/кг, цинку – 6,3 мг/кг та міді 1,06 мг/кг.

Таблиця 3.1

**Інтенсивність забруднення важкими металами і мікроелементами ґрунтів нектаропилконосних угідь польової сівозміни, мг/кг ( $\bar{x} \pm SD$ , n=5)**

Назва елемента	ГДК	Тип ґрунту		
		ясно-сірий лісовий	сірий лісовий	темно-сірий лісовий
Ртуть	2,1	0,10 ± 0,023 – 0,24 ± 0,310	0,08 ± 0,004 – 0,17 ± 0,27	0,07 ± 0,002 – 0,14 ± 0,03
Свинець	6,0	0,90 ± 0,008 – 1,2 ± 0,14	0,70 ± 0,022 – 0,75 ± 0,014	0,50 ± 0,022 – 0,63 ± 0,040
Кадмій	0,7	0,17 ± 0,004 – 0,65 ± 0,030	0,13 ± 0,041 – 0,52 ± 0,014	0,10 ± 0,015 – 0,44 ± 0,320
Цинк	23,0	2,70 ± 0,2 – 7,4 ± 0,17	1,40 ± 0,280 – 11,70 ± 0,440	2,6 ± 0,10 – 10,1 ± 0,30
Мідь	3,0	0,44 ± 0,020 – 3,2 ± 0,10	0,37 ± 0,017 – 2,40 ± 0,230	0,32 ± 0,012 – 1,8 ± 0,19

Тобто, вміст важких металів та мікроелементів у ґрунтах нектаропилконосних угідь польової сівозміни не перевищував гранично допустимий рівень рухомих форм важких металів, які становлять 2,1 мг/кг – по ртуті, 6,0 мг/кг – по свинцю, 0,7 мг/кг – по кадмію, 23 мг/кг – по цинку та 3 мг/кг – по міді.

Найвищий коефіцієнт небезпеки ртуті, свинцю, кадмію та міді виявлено у ясно-сірих лісових ґрунтах (табл. 3.2). Зокрема, виявлено вищий вміст ртуті на 35,5%, свинцю – 41,7%, кадмію – на 26,1% та міді – на 14,3% в ясно-сірих лісових ґрунтах порівняно з сірими лісовими ґрунтами.

**Коефіцієнт небезпеки важких металів та мікроелементів у ґрунтах**

Назва елемента	Тип ґрунту		
	ясно-сірий лісовий	сірий лісовий	темно-сірий лісовий
Ртуть	0,08	0,059	0,047
Свинець	0,17	0,12	0,093
Кадмій	0,58	0,46	0,17
Цинк	0,22	0,28	0,27
Мідь	0,60	0,42	0,35

Порівняно з темно-сірими ґрунтами вищий вміст ртуті на 70,2%, свинцю – на 82,8%, кадмію – у 3,4 раза, міді – на 71,4% у ясно-сірих ґрунтах. Водночас, необхідно відмітити, що найвищий вміст цинку виявлено у сірих лісових ґрунтах (0,28 мг/кг), що більше на 27,2 і 3,7% порівняно з ясно-сірими і темно-сірими ґрунтами.

Відомо, що на перерозподіл токсикантів у ґрунтового середовищі впливає спосіб обробітку ґрунту, під час якого найбільш забруднений верхній шар переміщується у глибші його прошарки, що певною мірою може впливати на доступність забруднювачів кореневою системою рослин.

У сучасній польовій сівозміні використовують, як поверхневий обробіток ґрунтів (мінімальний) під вирощування сільськогосподарських нектаропилконосів (дискування) – на глибину 10–14 см, так і глибокий обробіток (оранку) – на 28–30 см.

Враховуючи, що мінеральні добрива, які є основним джерелом забруднення важкими металами ґрунтів за інтенсивного землеробства, вносять в орний шар сільськогосподарських угідь, можна припустити певний вплив на перерозподіл цих токсикантів у ґрунті та накопичення їх у рослинах та виробленій з її нектару та квіткового пилку продукції бджільництва.

Результати досліджень (табл. 3.3) свідчать, що за поверхневого

(дискування) обробітку ґрунтів найвища концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді була виявлена в 10-14-см прошарку ґрунту, тоді як за глибокого – в 28-30-см прошарку.

Таблиця 3.3

**Вертикальний розподіл важких металів і мікроелементів за різних способів обробітку ґрунтів нектаропилконосних угідь мг/кг ( $\bar{x} \pm SD$ , n=5)**

Спосіб обробітку ґрунтів	Глибина		Хімічний елемент			
	переорювання ґрунту, см	відбору зразків, см	свинець	кадмій	цинк	мідь
Поверхневий обробіток (дискування)	10-14	10	1,78 ± 0,04	0,21 ± 0,006	3,02 ± 0,2	1,2 ± 0,24
		20	0,84 ± 0,007***	0,08 ± 0,002***	1,87 ± 0,37***	0,7 ± 0,031
		30	0,51 ± 0,003***	0,06 ± 0,004***	0,97 ± 0,11***	0,54 ± 0,021*
Глибокий обробіток (переорювання)	28-30	10	1,02 ± 0,02	0,14 ± 0,006	1,2 ± 0,04	0,48 ± 0,041
		20	0,92 ± 0,03*	0,10 ± 0,003***	1,02 ± 0,04*	0,40 ± 0,040
		30	0,94 ± 0,05	0,10 ± 0,001***	0,9 ± 0,02***	0,30 ± 0,14

Концентрація у ґрунті на глибині 10 см, порівняно з 20 і 30-сантиметровими прошарками, була вища відповідно по свинцю (при  $P < 0,001$ ) у 2,1 раза і 3,5 раза, кадмію (при  $P < 0,001$ ) – у 2,6 рази і 3,5 раза, цинку (при  $P < 0,001$ ) – на 61,5% і в 3,1 раза та міді – на 71,4% і в 2,2 раза ( $P < 0,05$ ).

Виявлено, що у 10-сантиметровому прошарку ґрунту, порівняно з 20-та 30-см прошарками, за глибокого обробітку ґрунту (оранка на глибину 28-30 см) була вища по свинцю на 10,9% і 8,5%, кадмію – на 40,0% і 40%, цинку

– на 17,6% і 33,3% та міді – на 20,0% і 60,0%. За глибокого переорювання (28-30 см) сільськогосподарських ґрунтів нектаропилконосних угідь різниця між 10-см і 30-см прошарками ґрунту склала по свинцю – 0,08 мг/кг, кадмію – 0,04 мг/кг, цинку – 0,3 мг/кг та міді – 0,08 мг/кг. Тоді як за поверхневого обробітку (10-14 см) дані показники були суттєво вищі і склали 1,27 мг/кг, 0,15 мг/кг, 2,05 мг/кг і 0,66 мг/кг відповідно.

Тобто, спосіб обробітку ґрунтів також мав певний вплив на переміщення в них важких металів.

Результати досліджень, що наведені у таблиці 3.4, показали, що вміст важких металів у вегетативній масі ріпаку озимого, гречки та соняшнику виявився різний. Зокрема, різниця у вегетативній масі склала по свинцю до 0,36 мг/кг, кадмію – 0,08, цинку – 3,9 та міді – 1,7 мг/кг.

Таблиця 3.4

**Вміст важких металів та мікроелементів у вегетативній масі  
нектаропилконосних рослин, вирощених в умовах польових сівозмін,  
мг/кг ( $x \pm SD$ , n=4)**

Нектаро- пилконосні культури	Важкі метали та мікроелементи							
	свинець		кадмій		цинк		мідь	
	ГДК	фактичний вміст	ГДК	фактичний вміст	ГДК	фактичний вміст	ГДК	фактичний вміст
Ріпак озимий	0,5	0,47 ± 0,014	0,1	0,07 ± 0,002***	50	15,5 ± 0,07***	10	5,0 ± 0,06***
Гречка	0,5	0,31 ± 0,020**	0,1	0,06 ± 0,0011***	50	14,1 ± 0,27***	10	4,5 ± 0,18***
Соняшник	0,5	0,67 ± 0,09	0,1	0,14 ± 0,008	50	18 ± 0,17	10	6,2 ± 0,086

Найвищий вміст важких металів спостерігався у вегетативній масі соняшнику порівняно з вегетативною масою ріпаку озимого і гречки. Вміст у

вегетативній масі соняшнику був вищим по свинцю на 42,6% і в 2,2 рази ( $P < 0,001$ ), кадмію (при  $P < 0,001$ ) – у 2,0 рази і 2,3 рази, цинку (при  $P < 0,001$ ) – на 16,1% і 27,6% та міді (при  $P < 0,001$ ) – на 24,0% і 37,8% відповідно.

Поряд з цим необхідно відмітити, що перевищення гранично допустимого рівня виявлено лише по свинцю і кадмію у вегетативній масі соняшнику на 34,0% і 40,0% відповідно.

У вегетативній масі ріпаку озимого вміст свинцю, кадмію, цинку та міді був нижчим відповідно на 6,0%, 30,0%, у 3,22 рази та 2,0 рази, у вегетативній масі гречки – відповідно на 38,0%, 40,0%, у 3,54 рази та 2,22 рази порівняно з гранично допустимими рівнями. У вегетативній масі соняшнику виявився нижчий вміст лише по цинку та міді порівняно з гранично допустимою концентрацією. Так, вміст цинку і міді у вегетативній масі соняшнику був нижчий порівняно з гранично допустимою концентрацією у 2,78 рази і на 38,0% відповідно.

За результатами досліджень (табл. 3.5) встановлено, що найвищий показник по коефіцієнту накопичення і небезпеки важких металів виявлено у вегетативній масі соняшнику.

Таблиця 3.5

**Коефіцієнт накопичення і небезпеки важких металів та мікроелементів у вегетативній масі сільськогосподарських нектаропилконосів**

Нектаро- пилконосні культури	Важкі метали та мікроелементи							
	свинець		кадмій		цинк		мідь	
	коефіцієнт накопичення	коефіцієнт небезпеки	коефіцієнт накопичення	коефіцієнт небезпеки	коефіцієнт накопичення	коефіцієнт небезпеки	коефіцієнт накопичення	коефіцієнт небезпеки
Ріпак озимий	3,87	0,94	0,40	0,7	7,4	0,31	4,4	0,50
Гречка	5,87	0,62	0,63	0,6	9,1	0,28	5,5	0,45
Соняшник	10,7	1,34	0,84	1,4	12,8	0,36	13,1	0,62

Зокрема, коефіцієнт накопичення у вегетативній масі соняшнику був вищим порівняно з вегетативною масою ріпаку озимого та гречки по свинцю у 2,7 раза і 1,8 раза, кадмію – у 2,1 раза і на 33,3%, цинку – на 72,9% і 40,6% та міді – у 2,9 раза і 2,4 раза відповідно. У вегетативній масі соняшнику порівняно з вегетативною масою ріпаку озимого і гречки коефіцієнт небезпеки був вищим по свинцю на 42,5% і в 2,2 раза, кадмію – у 2,0 рази і 2,3 раза, цинку – на 16,1% і 28,6% та міді – на 24,0% і 37,8% відповідно.

Результати досліджень (табл. 3.6) показали, що за глибокого обробітку ґрунтів (28-30 см) у вегетативній масі гречки виявлено нижчий вміст свинцю на 29,6% і кадмію – на 37,5% порівняно з аналогічною сировиною, одержаною за поверхневого (10-14 см) обробітку ґрунту.

Таблиця 3.6

**Вплив способів обробки ґрунтів на інтенсивність накопичення важких металів у вегетативній масі гречки, мг/кг ( $\bar{x} \pm SD$ , n=4)**

Рослинна сировина та продукція бджільництва	Обробіток ґрунтів на 10-14 см				Обробіток ґрунтів на 28-30 см			
	свинець		кадмій		свинець		кадмій	
	фактичний вміст	K <sub>неб.</sub>	фактичний вміст	K <sub>неб.</sub>	фактичний вміст	K <sub>неб.</sub>	фактичний вміст	K <sub>неб.</sub>
Вегетативна маса гречки	0,27	0,54	0,008	0,08	0,19	0,38	0,005	0,05
Мед гречаний	0,010	0,01	0,005	0,1	0,006	0,006	0,003	0,06

Певні зміни за вмістом важких металів виявлено також у меді залежно від способу обробітку ґрунтів. Зокрема, за обробітку ґрунту на глибину 28-30 см вміст свинцю у меді виявився нижчим на 40% та кадмію – на 40%, порівняно з аналогічною продукцією, виробленою за поверхневого обробітку

грунту (10–14 см).

Аналізуючи коефіцієнт небезпеки важких металів у вегетативній масі гречки та меду, виробленого з її нектару, необхідно відмітити, що даний показник також був нижчим за глибокого обробітку ґрунтів (28-30 см) порівняно з поверхневим (10-14 см). Так, коефіцієнт свинцю і кадмію у вегетативній масі гречки був нижчим за глибокої оранки на 29,6% і 37,5%, а у меді – на 40% і 40% порівняно з поверхневою.

### **3.2. Виробництво меду та інтенсивність накопичення в ньому важких металів і мікроелементів в умовах інтенсивного землеробства Лісостепу правобережного**

Аналіз виробництва продукції бджільництва в умовах нектаропилконосних угідь Лісостепу правобережного на території Вінниччини показав, що основною продукцією, яку виробляють від бджолиних сімей на пасіках, є мед, як поліфлорний так і монофлорний.

Основними нектаропилконосними культурами, які вирощують в умовах польових сівозмін є ріпак озимий, гречка та соняшник. Монофлорний мед отримують переважно з соняшнику, а поліфлорний – з ріпаку озимого та різнотрав'я, а також гречки та різнотрав'я.

Медопродуктивність бджолиних сімей наведена у таблиці 3.7.

Мінімальна медопродуктивність бджолиних сімей за сезон становила 13,5 кг товарного меду, з нього 27,4% вироблено у період цвітіння ріпаку озимого і різнотрав'я, 14,2% – гречки і різнотрав'я та 53,3% – соняшнику та різнотрав'я. Максимальна медопродуктивність бджолиних сімей за сезон складала 45,6 кг, з них 15,7% в період вирощення ріпаку озимого і різнотрав'я та 72,3% – соняшнику і різнотрав'я. Середня медопродуктивність бджолиних сімей склала 29,5 кг, з яких 18,5% в період цвітіння ріпаку озимого і різнотрав'я, 13,5% – гречки і різнотрав'я та 68,1% – соняшнику та різнотрав'я. Найвищу медопродуктивність бджолиних сімей отримано в період цвітіння соняшнику.



Таблиця 3.7

**Виробництво товарної продукції, кг ( $x \pm SD$ ,  $n=5$ )**

Нектаропилконоси	Виробництво меду в середньому по групі		
	мінімальний показник	максимальний показник	середнє значення
Ріпак озимий та різнотрав'я	$3,7 \pm 0,23$	$7,2 \pm 0,14$	$5,45 \pm 0,18$
Гречка та різнотрав'я	$2,6 \pm 0,14$	$5,4 \pm 0,09$	$4,0 \pm 0,11$
Соняшник та різнотрав'я	$7,2 \pm 0,18$	$33,0 \pm 0,29$	$20,1 \pm 0,21$
Разом за сезон	13,5	45,6	29,5

Важливу роль та вплив на медову продуктивність бджолиних сімей, поряд з природньо-кліматичними факторами та нектаропродуктивністю рослин, відіграє сила сімей (кількість бджіл у бджолиному гнізді).

Проведеними дослідженнями встановлено (табл. 3.8), що сильні бджолині сім'ї (9,5 вуличок), ефективніше використовували медозбір з весняних нектаропилконосів під час цвітіння ріпаку озимого та різнотрав'я.

Таблиця 3.8

**Вплив сили бджолиних сімей на виробництво меду з весняних нектаропилконосів ( $x \pm SD$ ,  $n=5$ )**

Сила бджолиних сімей (кількість вуличок, зайнятих бджолами)	Кількість бджолиних сімей, шт	Вироблено продукції в середньому на сім'ю, кг
$4,5 \pm 0,5$	5	$1,8 \pm 0,45^{***}$
$6,5 \pm 0,1$	5	$4,7 \pm 0,37^{***}$
$9,5 \pm 0,5$	5	$8,5 \pm 0,41$

Зокрема, бджолині сім'ї, які перед цвітінням ріпаку зимого та різнотрав'я займали 9,5 вуличок бджіл виробили більше в середньому по

групі товарного меду у 4,72 раза і на 80,8% порівняно з бджолиними сім'ями, які розміщувалися у вулику на 4,5 і 6,5 вуличках (при  $P < 0,001$ ).

Результати досліджень (табл. 3.9) показали, що концентрація свинцю і кадмію у меді була нижча за допустимі рівні (Pb – 1,0 мг/кг та Cd – 0,05 мг/кг). Так, у меді, виробленому з нектару медоносів саду (яблуні, груші) та ріпаку озимого, концентрація зазначених елементів була нижча за допустимі рівні у 5,9 раза та 5,0 разів відповідно. У липовому меді концентрація цих важких металів нижча за допустимі рівні у 3,8 і 3,1 раза, соняшникового та з буркуну білого – у 5,0 разів і 3,8 раза відповідно.

Поліфлорний мед, вироблений з нектаропилконосів, у розрізі трьох груп характеризувався різним вмістом свинцю і кадмію. Зокрема, найвищий рівень концентрації цих елементів виявлено у меді, виробленому бджолами з нектару липи, гречки та різнотрав'я (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Концентрація свинцю і кадмію у поліфлорному меді, мг/кг ( $\bar{x} \pm SD$ , n=4)**

Нектаро- пилконоси	Концентрація важких металів у меді, мг/кг							
	свинець				кадмій			
	ДР	Роки		в середньому за 2021-2022 рр.	ДР	Роки		в середньому за 2021-2022 рр.
		2021	2022			2021	2022	
Сад, ріпак озимий, різнотрав'я	1,0	0,18 ± 0,071	0,16 ± 0,022	0,17	0,0 5	0,011 ± 0,0043	0,010 ± 0,0044	0,010
Липа, гречка, різнотрав'я	1,0	0,22 ± 0,034	0,30 ± 0,041	0,26	0,0 5	0,015 ± 0,0021	0,017 ± 0,0034	0,016
Соняшник, буркун білий, різнотрав'я	1,0	0,19 ± 0,011	0,21 ± 0,017	0,20	0,0 5	0,012 ± 0,0031	0,014 ± 0,0051	0,013

Так, концентрація свинцю і кадмію у меді, виробленому з нектару даних медоносів, була вища на 52,9% і 60,0% порівняно з медом, виробленим з нектару медоносів саду і ріпаку озимого, та на 30,0% і 23,1% порівняно з медом, виробленому з нектару соняшнику, буркуну білого та різнотрав'я. Послідовність накопичення свинцю і кадмію у меді спостерігається у зростаючій регресії: мед, вироблений з нектару саду, ріпаку озимого, різнотрав'я → мед з нектару соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я → мед з нектару липи, гречки, різнотрав'я.

Коефіцієнт небезпеки важких металів у меді (табл. 3.10) по свинцю коливався від 1,7 до 2,6 мг/кг, а по кадмію – від 0,20 до 0,34 мг/кг. Тобто, коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію не перевищував гранично допустиму межу, яка складає 0,1 і 0,05 мг/кг.

Таблиця 3.10

**Коефіцієнт небезпеки важких металів у поліфлорному меді, в середньому за 2021–2022 рр.**

Нектаро-пилконоси	Концентрація важких металів					
	свинець			кадмій		
	ДР, мг/кг	фактична концентрація, мг/кг	$K_{\text{неб.}}$	ДР, мг/кг	фактична концентрація, мг/кг	$K_{\text{неб.}}$
Сад, ріпак озимий, різнотрав'я	1,0	0,17	0,17	0,05	0,010	0,20
Липа, гречка, різнотрав'я	1,0	0,26	0,26	0,05	0,016	0,34
Соняшник, буркун білий, різнотрав'я	1,0	0,20	0,20	0,05	0,013	0,28

Найвищий коефіцієнт небезпеки даних елементів виявлено у меді, виробленому з нектару липи, гречки, різнотрав'я. Водночас, необхідно

відмітити, що коефіцієнт небезпеки свинцю був вищим, порівняно з кадмієм, у меді, виробленому з нектару медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я у 8,5 рази, липи, гречки, різнотрав'я – у 7,6 та соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я – у 7,1 рази.

Аналізуючи інтенсивність накопичення важких металів у поліфлорному меді, було виявлено певну залежність рівня концентрації свинцю і кадмію у цій продукції залежно від вмісту в ньому золи (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

**Концентрація свинцю і кадмію у меді залежно від вмісту в ньому золи  
( $\bar{x} \pm SD$ , n=4)**

Нектаро- пилконоси	Вміст у поліфлорному меді, %					
	зола		свинець		кадмій	
	Роки					
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Сад, ріпак озимий, різнотрав'я	0,15 ± 0,021	0,14 ± 0,04***	0,18 ± 0,071	0,16 ± 0,022*	0,011 ± 0,0043	0,010 ± 0,0044
Липа, гречка, різнотрав'я	0,19 ± 0,032	0,46 ± 0,02	0,22 ± 0,034	0,30 ± 0,041	0,015 ± 0,0021	0,017 ± 0,0034
Соняшник, буркун білий, різнотрав'я	0,16 ± 0,014	0,17 ± 0,04***	0,19 ± 0,011	0,21 ± 0,017*	0,012 ± 0,0031	0,014 ± 0,0051

Аналізуючи вміст золи у поліфлорному меді, необхідно відмітити, що найвища кількість була у меді, виробленому бджолами з липи, гречки, різнотрав'я. Така тенденція прослідковується протягом 2021-2022 рр. Так, у 2021 році вміст золи у меді з липи, гречки, різнотрав'я був вищим порівняно з аналогічною продукцією, виробленою з медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я, на 35,7% та соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я – на 18,7%. У 2022 році різниця була значно вищою, відповідно у 3,1 рази і 2,7 рази (при  $P < 0,001$ ). Різниця між роками (2021–2022 рр.) за вмістом золи у

поліфлорному меді з нектару медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я становила 7,1%, липи, гречки, різнотрав'я – у 2,4 раза та соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я – 6,2% на користь 2022 року. Як видно, найвища різниця між показниками за роками була у меді з липи, гречки, різнотрав'я.

За збільшення вмісту золи у 2022 році у поліфлорному меді, виробленому бджолами з нектару липи, гречки, різнотрав'я, у 2,4 раза, порівняно з аналогічною продукцією 2021 року, спостерігалось підвищення концентрації свинцю на 36,4% ( $P < 0,05$ ) та кадмію – на 13,3%. Подібна тенденція виявлено у меді з нектару медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я та соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я. Підвищення у поліфлорному меді з липи, гречки, різнотрав'я рівня золи у 2,24 раза в середньому за два роки досліджень, порівняно з медом, виробленим з медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я, сприяло збільшенню свинцю на 52,9% ( $P < 0,05$ ) та кадмію – на 60,0%. За підвищення в середньому за два роки на 96,9% золи у меді з липи, гречки, різнотрав'я, порівняно з аналогічною продукцією, виробленою з нектару соняшника, буркуну білого, різнотрав'я, концентрація свинцю і кадмію збільшилася відповідно на 30,0% і на 23,1%.

Високий вміст золи у поліфлорному меді, виробленому бджолами з нектару липи, гречки, різнотрав'я у 2022 році, порівняно з даними за 2021 рік, спричинило наявність залишків паді.

Концентрація мікроелементів у поліфлорному товарному меді, виробленому бджолами з основних нектаропилконосів, не перевищувала гранично допустимих рівнів по цинку і міді (табл. 3.12).

Так, концентрація цинку нижча у товарному меді, виробленому бджолами з нектару медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я у 5,8 раза, липи і гречки – у 3,7 раза та соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я – у 3,1 раза порівняно з ГДР. По міді дані показники були також нижчими за зазначеними елементами відповідно у 7,8 раза, у 5,6 раза та у 4,6 раза.

Найнижчий вміст цинку і міді виявлено у товарному меді,

виробленому бджолами під час цвітіння медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я. Зокрема, у товарному меді концентрація цинку і міді була нижча відповідно на 47,7% ( $P < 0,01$ ) і 41,3% ( $P < 0,05$ ) порівняно з аналогічною продукцією, виробленою під час цвітіння липи і гречки та на 35,8% і 18,3% – соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я.

Таблиця 3.12

**Концентрація мікроелементів у поліфлорному меді, мг/кг ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=4$ )**

Нектаро-пилконоси	Концентрація мікроелементів у меді, мг/кг							
	цинк				мідь			
	ДР	Роки		в середньому за 2021-2022 рр.	ДР	Роки		в середньому за 2021-2022 рр.
		2021	2022			2021	2022	
Сад, ріпак озимий, різнотрав'я	10	0,18 ± 0,41	0,16 ± 0,12	1,7 ± 0,20**	5,0	0,75 ± 0,02	0,54 ± 0,03	0,64 ± 0,08
Липа, гречка, різнотрав'я	10	3,2 ± 0,09	3,9 ± 0,11	3,25 ± 0,24	5,0	1,2 ± 0,32	0,98 ± 0,031	1,09 ± 0,22
Соняшник, буркун білий, різнотрав'я	10	2,0 ± 0,28	2,5 ± 0,14	2,65 ± 0,14*	5,0	0,91 ± 0,016	0,67 ± 0,022	0,89 ± 0,024

Виявлено, що коефіцієнт небезпеки цинку і міді не перевищував гранично допустиму межу 1,0, що свідчить про безпечний вміст даних мікроелементів у цій продукції (табл. 3.13).

Коефіцієнт небезпеки цинку і міді у товарному меді, виробленому бджолами під час цвітіння медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я, був нижчий порівняно з аналогічною продукцією, виробленою з липи, гречки, різнотрав'я, на 34,6% і 18,8% та соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я – на 46,9% і 38,1% відповідно.

**Коефіцієнт небезпеки мікроелементів у поліфлорному меді за 2021 –  
2022 рр.**

Нектаро- пилконоси	Концентрація мікроелементів					
	цинк			мідь		
	ГДР, мг/кг	фактична концентрація, мг/кг	$K_{неб.}$	ГДР, мг/кг	фактична концентрація, мг/кг	$K_{неб.}$
Сад, ріпак озимий, різнотрав'я	10	1,7	0,17	5,0	0,64	0,13
Липа, гречка, різнотрав'я	10	3,25	0,26	5,0	0,79	0,16
Соняшник, буркун білий, різнотрав'я	10	2,65	0,32	5,0	1,09	0,21

Аналізуючи концентрацію цинку і міді у поліфлорному меді, необхідно відмітити, що вміст цих мікроелементів залежав від вмісту в ньому золи (табл. 3.14).

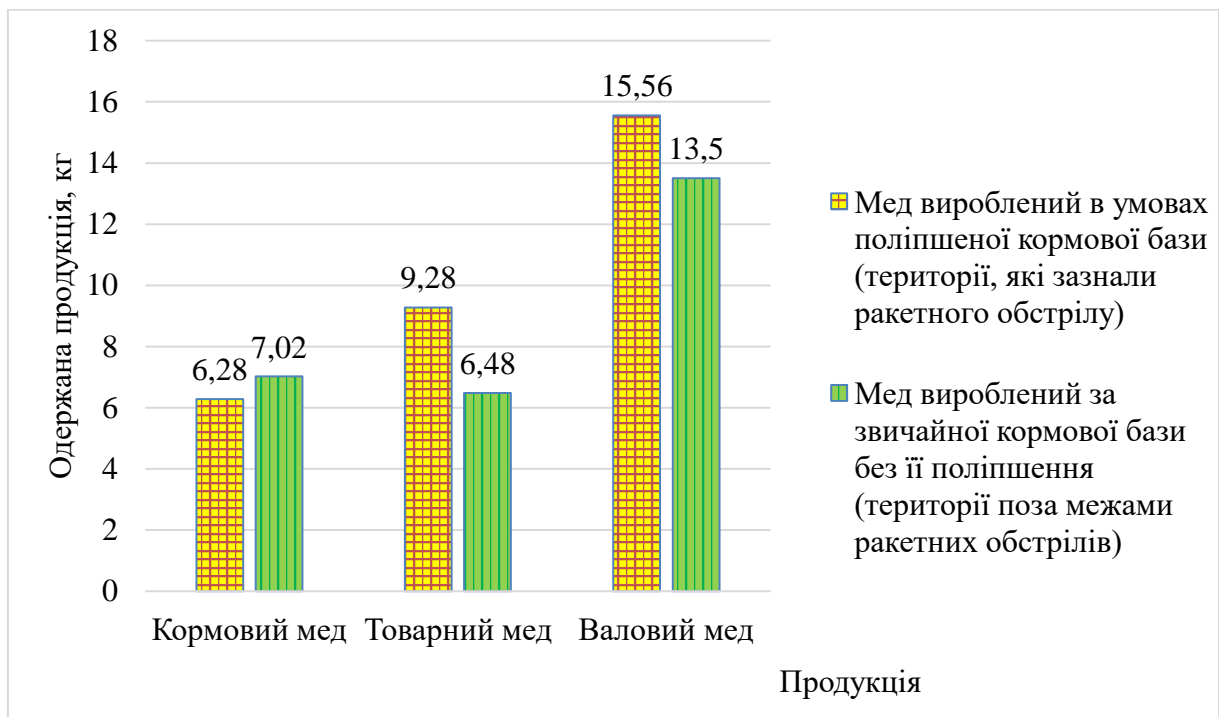
Таблиця 3.14

**Концентрація мікроелементів у меді залежно від вмісту золи ( $x \pm SD$ ,  $n=4$ )**

Нектаро- пилконоси	Вміст у меді					
	зола, %		цинк, мг/кг		мідь, мг/кг	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Сад, ріпак озимий, різнотрав'я	0,15 ± 0,021	0,14 ± 0,04	1,7 ± 0,20	1,6 ± 0,20	0,75 ± 0,02	0,64 ± 0,08
Липа, гречка, різнотрав'я	0,19 ± 0,032	0,46 ± 0,02	3,2 ± 0,09	3,55 ± 0,24	0,91 ± 0,016	10,9 ± 0,29
Соняшник, буркун білий, різнотрав'я	0,16 ± 0,014	0,17 ± 0,04	2,0 ± 0,28	2,65 ± 0,13	1,2 ± 0,32	0,89 ± 0,024

Збільшення вмісту золи в середньому за 2021-2022 рр. від 34,5% до у 2,24 раза сприяло підвищенню концентрації цинку на 43,9% та у 2,04 раза, міді – на 43,9% та 50,3%.

Результати досліджень, що наведені на рисунку 3.2, показали, що підсівання буркуну білого на нектаропилконосних угіддях, які постраждали внаслідок воєнних дій, позитивно вплинуло на збільшення виробництва товарного меду на 43,2% ( $P < 0,001$ ), валового – на 15,3%, тоді як кормового меду було вироблено бджолиними сім'ями менше на 10,5%.



**Рис. 3.2. Виробництво меду на угіддях, що постраждали від воєнних дій, кг**

Характеризуючи вміст у меді важких металів та мікроелементів, необхідно відмітити, що концентрація в цій продукції, виробленій на територіях, які постраждали під воєнних дій, була вища (при  $P < 0,001$ ) за свинцем у 3,6 раза, кадмієм – у 2,6 раза та цинком – у 2,0 рази відповідно, порівняно з аналогічною продукцією, виробленою на територіях поза межами техногенного впливу воєнних дій (табл. 3.15).



Таблиця 3.15

**Інтенсивність накопичення важких металів і мікроелементів у меді**  
( $\bar{x} \pm SD, n=4$ )

Назва елемента	Нектаропилконосні угіддя поза межами воєнних дій		Нектаропилконосні угіддя, що постраждали від воєнних дій	
	Мед	ГДК	Мед	ГДК
Свинець	0,012 ± 0,0024	1,0	0,044 ± 0,0013***	1,0
Кадмій	0,008 ± 0,0004	0,05	0,021 ± 0,003***	0,05
Цинк	0,63 ± 0,020	5,0	1,27 ± 0,3***	5,0

Коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію, цинку та міді у меді, виробленому на територіях, які потрапили під техногенний вплив воєнних дій, був вищий був вищим відповідно на 25,0%, 20,0% та 3,7% порівняно з аналогічною продукцією, виробленою на територіях розташованих поза межами техногенного впливу (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

**Коефіцієнт накопичення важких металів і мікроелементів у меді, мг/кг**  
( $\bar{x} \pm SD, n=4$ )

Назва елемента	Нектароносні угіддя поза межами воєнних дій			Нектароносні угіддя, що постраждали від воєнних дій		
	мед	ґрунт	$K_{\text{нак}}$	мед	ґрунт	$K_{\text{нак}}$
Свинець	0,012 ± 0,0024	2,47 ± 0,13	0,004	0,044 ± 0,0013	9,24 ± 0,17	0,005
Кадмій	0,008 ± 0,0004	0,633 ± 0,024	0,01	0,021 ± 0,003	1,73 ± 0,067	0,012
Цинк	0,63 ± 0,020	2,32 ± 0,10	0,27	1,27 ± 0,30	4,41 ± 0,38	0,28

Коефіцієнт небезпеки важких металів та мікроелементів у меді, виробленому на територіях порушених внаслідок військових дій, був значно вищим (табл. 3.17).

**Коефіцієнт небезпеки важких металів та мікроелементів у меді****( $\bar{x} \pm SD, n=4$ )**

Назва елемента	Нектароносні угіддя поза межами воєнних дій			Нектароносні угіддя, що постраждали від воєнних дій		
	фактично	ГДК	$K_{неб.}$	фактично	ГДК	$K_{неб.}$
Свинець	0,012 ± 0,0024	1,0	0,012	0,044 ± 0,0013	1,0	0,044
Кадмій	0,008 ± 0,0004	0,05	0,16	0,021 ± 0,003	0,05	0,42
Цинк	0,63 ± 0,020	5,0	0,12	1,27 ± 0,30	5,0	0,25

Коефіцієнт небезпеки вищий по свинцю у 3,7 раза, кадмію – у 2,6 раза та цинку – у 2,1 раза порівняно з аналогічною продукцією, виробленою на територіях поза межами впливу воєнних дій.

### **3.3. Виробництво бджолиного обніжжя і перги та інтенсивність накопичення в них важких металів та мікроелементів**

Бджолине обніжжя і перга займає другу позицію після меду серед продуктів бджільництва, як продукція бджільництва, що використовується населенням у харчуванні. Водночас, використання зазначеної продукції набуває високої актуальності у лікувальній практиці завдяки високому вмісту амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин та інших біологічно активних речовин.

Результати досліджень показали, що у період цвітіння основних нектаропилконосів із проаналізованих 631 сім'ї пасік, розміщених на досліджуваних територіях, на початок періоду цвітіння ріпаку озимого і різнотрав'я, гречки і різнотрав'я та соняшнику і різнотрав'я сила бджолиних сімей в середньому склала 6,0 вуличок зайнятих бджолами, 12,0 та 13,7 вуличок відповідно (табл. 3.18).

Водночас необхідно відмітити, що із загальної кількості досліджуваних

бджолиних сімей (631) на початок цвітіння ріпаку озимого і різнотрав'я виявлено слабких сімей – 38,3%, середніх – 52,1% і сильних сімей – 9,5%, на початок цвітіння гречки і різнотрав'я – відповідно 31,8%, 39,4% та 28,6% та на початок цвітіння соняшнику та різнотрав'я – 19,6%, 48,6% і 36,7% відповідно.

Таблиця 3.18

**Сила бджолиних сімей у період цвітіння основних нектаропилконосів  
(кількість вуличок зайнятих бджолами) ( $\bar{x} \pm SD$ , n=631)**

Основні нектаропилконоси	Дата обліку	Мінімальна сила сімей	Максимальна сила сімей	Кількість бджолиних сімей за силою		
				слабкі	середні	сильні
Ріпак озимий, різнотрав'я	1,05 – 5,05	$3,5 \pm 0,4$	$8,5 \pm 0,2$	242	329	60
Гречка, різнотрав'я	18,08 – 24,06	$6,5 \pm 0,4$	$17,5 \pm 0,1$	201	349	181
Соняшник, різнотрав'я	5,07 – 10,07	$7,5 \pm 0,5$	$20 \pm 0,2$	12,4	307	200

Тобто, у різні періоди активного пасічницького сезону природньо збільшувалась сила бджолиних сімей. Якщо на початку цвітіння ріпаку озимого та різнотрав'я слабких бджолиних сімей нараховувалось 38,3%, то на початку цвітіння соняшнику та різнотрав'я ця кількість склала 19,6%. Тобто, кількість слабких бджолиних сімей знизилась майже у два рази, а кількість сильних бджолиних сімей збільшилась за даний період з 9,5% до 36,7%. Поряд з цим необхідно відмітити, що найбільша кількість слабких сімей та найнижча кількість сильних сімей спостерігалась перед початком цвітіння ріпаку озимого та різнотрав'я.

Аналіз виробництва білкової продукції показав, що в середньому на одну бджолину сім'ю вироблено 1,071 кг бджолиного обніжжя за сезон, з них

54,6% з ріпаку озимого і різнотрав'я, 27,0% – з гречки і різнотрав'я та 18,4% – з соняшнику і різнотрав'я (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

**Виробництво білкової продукції в середньому по групі, кг ( $x \pm SD$ ,  $n=631$ )**

Основні нектаро-пилконоси	Бджолине обніжжя	Перга
Ріпак озимий та різнотрав'я	$0,330 \pm 0,024 -$ $0,848 \pm 0,043$	$0,8 \pm 0,4$ $- 1,0 \pm 0,24$
	0,585	0,9
Гречка та різнотрав'я	$0,130 \pm 0,011 -$ $0,452 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,02$ $- 0,5 \pm 0,06$
	0,291	0,45
Соняшник та різнотрав'я	$0,121 \pm 0,02$ $- 0,274 \pm 0,01$	$0,2 \pm 0,03$ $- 0,4 \pm 0,4$
	0,1975	0,30

Поряд з цим одержано 1,65 кг перги, із якої 54,5% – з ріпаку озимого і різнотрав'я, 27,2% – з гречки і різнотрав'я та 18,2% – з соняшнику і різнотрав'я. Найвищу кількість білкової продукції одержано під час цвітіння ріпаку озимого та різнотрав'я. Зокрема, у період цвітіння ріпаку озимого та різнотрав'я бджолині сім'ї виробили більше бджолиного обніжжя у 2,0 рази і 2,96 рази порівняно з періодом цвітіння гречки і різнотрав'я та 2,0 рази і 3,0 рази відповідно порівняно з цвітінням соняшнику та різнотрав'я.

Аналіз продуктивності бджолиних сімей показав, що виробництво бджолиного обніжжя та перги суттєво залежало від сили бджолиних сімей (табл. 3.20).

Найвищу кількість бджолиного обніжжя і перги, по  $0,492 \pm 0,31$  кг і  $0,530 \pm 0,017$  кг вироблено бджолиними сім'ями, які перед початком цвітіння ріпаку озимого і різнотрав'я займали у гнізді в середньому 9,5 вуличок бджіл. Тоді як бджолині сім'ї, які на даний період мали силу 6,5 вуличок бджіл та 4 вулички виробили менше бджолиного обніжжя (при  $P < 0,01$ ) у 2,8 рази і 1,6 рази, перги (при  $P < 0,01$ ) – у 4,8 рази і 2,5 рази відповідно.

**Вплив сили бджолиних сімей на виробництво бджолиного обніжжя з  
весняних нектаропилконосів ( $x \pm SD$ ,  $n=5$ )**

Сила бджолиних сімей (кількість вуличок зайнятих бджолами)	Вироблено білкової продукції, кг	
	бджолине обніжжя	перга
4,5 ± 0,5	0,175 ± 0,27***	0,110 ± 0,003***
6,5 ± 0,1	0,293 ± 0,16***	0,210 ± 0,02***
9,5 ± 0,5	0,492 ± 0,31	0,530 ± 0,017

Тобто, сильні бджолині сім'ї мали високу перевагу у виробництві бджолиного обніжжя і перги порівняно зі слабкими і середніми, що не дає можливості ефективно використовувати нектаро- і пилкопродуктивність ріпаку озимого і різнотрав'я.

Аналіз вмісту важких металів та мікроелементів у продукції бджільництва показав, що найнижчий вміст свинцю, кадмію, цинку та міді виявлено в бджолиному обніжжі та перзі, вироблених з весняних нектаропилконосів у період цвітіння ріпаку озимого та різнотрав'я (табл. 3.21-3.22).

Зокрема, у бджолиному обніжжі та перзі, виробленому бджолами з пилку ріпаку озимого і різнотрав'я, був нижчим вміст свинцю на 26,0% ( $P < 0,001$ ) та 24,4% (при  $P < 0,01$ ), кадмію – відповідно на 43,2% (при  $P < 0,05$ ) та 46,1% ( $P < 0,01$ ) порівняно з гречки і різнотрав'я. Порівняно з бджолиним обніжжям і пергою із соняшнику і різнотрав'я менше свинцю (при  $P < 0,001$ ) відповідно на 33,3% та 30,3%, кадмію (при  $P < 0,001$ ) – на 50,0% та 48,7%.

Вміст важких металів та мікроелементів у бджолиному обніжжі та перзі, вироблених бджолами з пилку ріпаку озимого і різнотрав'я, гречки і різнотрав'я та соняшнику і різнотрав'я був нижчий за гранично допустимі рівні. У бджолиному обніжжі та перзі, виробленому з пилку ріпаку озимого і різнотрав'я, виявлено нижчий вміст свинцю, кадмію, цинку та міді за гранично допустимі рівні у бджолиному обніжжі з ріпаку озимого на 46,0%,

58,0%, 48,0% та 36,0%, гречки – на 26,0%, 26,0%, 43,0% та 30,0%, соняшнику – на 16,0%, 16,0%, 26,0% та 10,0% відповідно.

Таблиця 3.21

**Вміст важких металів у продукції бджільництва, мг/кг ( $\bar{x} \pm SD$ , n= 5)**

Основні нектаропилконоси	Продукція	Свинець		Кадмій	
		фактична концентрація	ГДК	фактична концентрація	ГДК
Ріпак озимий, різнотрав'я	Бджолине обніжжя	0,54 ± 0,03	1,0	0,021 ± 0,004	0,05
	Перга	0,62 ± 0,021	1,0	0,020 ± 0,003	0,05
Гречка, різнотрав'я	Бджолине обніжжя	0,74 ± 0,014***	1,0	0,037 ± 0,004*	0,05
	Перга	0,82 ± 0,04**	1,0	0,039 ± 0,002***	0,05
Соняшник, різнотрав'я	Бджолине обніжжя	0,81 ± 0,012***	1,0	0,042 ± 0,002**	0,05
	Перга	0,89 ± 0,02***	1,0	0,039 ± 0,003***	0,05

Вміст свинцю, кадмію, цинку і міді був нижчим у перзі, виробленій бджолами з пилку ріпаку озимого та різнотрав'я, на 38,0%, 60,0%, 42,0% і 26,0%, гречки та різнотрав'я – на 18,0%, 22,0%, 41,0% і 18,0% та соняшнику і різнотрав'я – на 11,0%, 22,0%, 22,0% та 36,0% відповідно порівняно з гранично допустимими рівнями.

У бджолиному обніжжі та перзі, виробленому бджолами з пилку ріпаку озимого і різнотрав'я, був нижчим вміст цинку на 8,8% ( $P < 0,05$ ) та 1,7%, міді – відповідно на 8,6% та 9,7% порівняно з гречки і різнотрав'я. Порівняно з бджолиним обніжжям і пергою із соняшнику і різнотрав'я менше цинку у бджолиному обніжжі та перзі з пилку ріпаку озимого і різнотрав'я відповідно на 29,7% ( $P < 0,001$ ) та 25,6% ( $P < 0,01$ ), міді – на 28,9% ( $P < 0,01$ ) у бджолиному обніжжі (табл. 3.22).

Бджолине обніжжя формується завдяки зусиллям бджіл, які збирають пилкові зерна, утворені пиляками тичинок квіток. У структурі бджолиного

обніжжя присутні розчинні та нерозчинні у воді фракції. До нерозчинних фракцій відноситься целюлоза, яка утворює зовнішню оболонку пилоквих зерен, всередині яких розташований білок. Розчинні складові включають секрет слинних залоз бджіл, нектар та інші речовини, які можуть потрапити на пилок через опади та техногенні викиди, у тому числі і важкі метали.

Таблиця 3.22

**Вміст мікроелементів у продукції бджільництва, мг/кг ( $\bar{x} \pm SD$ , n=5)**

Основні нектаро-пилконоси	Продукція	Цинк		Мідь	
		фактична концентрація	ГДК	фактична концентрація	ГДК
Ріпак озимий, різнотрав'я	Бджолине обніжжя	$5,2 \pm 0,11$	10	$3,2 \pm 0,23$	5,0
	Перга	$5,8 \pm 0,09$	10	$3,7 \pm 0,31$	5,0
Гречка, різнотрав'я	Бджолине обніжжя	$5,7 \pm 0,13^*$	10	$3,5 \pm 0,14$	5,0
	Перга	$5,9 \pm 0,15$	10	$4,1 \pm 0,32$	5,0
Соняшник, різнотрав'я	Бджолине обніжжя	$7,4 \pm 0,31^{***}$	10	$4,5 \pm 0,16^{**}$	5,0
	Перга	$7,8 \pm 0,4^{**}$	10	$3,6 \pm 0,3$	5,0

При визначенні концентрації важких металів у бджолиному обніжжі підтверджуються попередні результати науковців, в яких показники накопичення токсикантів залежали від виду медоносних рослин та їх періоду квітання. Найвищий вміст свинцю і кадмію виявлено в обніжжі з конюшини білої, найменший – з клену татарського (табл. 3.23).

Концентрація свинцю вища у бджолиному обніжжі з конюшини білої у 2,1 раза ( $P < 0,01$ ) порівняно з глодом, на 52,0% ( $P < 0,05$ ) порівняно з кульбабою лікарською, у 2,7 раза ( $P < 0,01$ ) порівняно з кленом татарським, в 1,9 раза ( $P < 0,01$ ) порівняно з липою серцелистою. Різниця між концентрацією кадмію у різних пилконосах була дещо менша. Вищий показник вмісту даного елемента виявлено у бджолиному обніжжі з конюшини білої на 45,0% ( $P < 0,01$ ) порівняно з глодом, на 7,4% порівняно з

кульбабою лікарською, на 61,1% порівняно з кленом татарським ( $P < 0,001$ ) та на 20,8% порівняно з липою серцелистою.

Таблиця 3.23

**Концентрація важких металів у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя, мг/кг**

Нектаро-пилконоси	Свинець		Кадмій	
	бджолине обніжжя	нерозчинна фракція	бджолине обніжжя	нерозчинна фракція
Конюшина біла	0,38± 0,044	0,20± 0,016	0,029± 0,0015	0,017± 0,0012
Глід	0,18± 0,021**	0,06± 0,0031***	0,020± 0,0009**	0,008± 0,0004***
Кульбаба лікарська	0,25± 0,013*	0,14± 0,0030**	0,027± 0,0011	0,014± 0,0017
Клен татарський	0,14± 0,024**	0,05± 0,0014***	0,018± 0,0009***	0,007± 0,0023***
Липа серцелиста	0,20± 0,017**	0,09± 0,0027***	0,024± 0,0031	0,012± 0,0017*

Водночас, необхідно відмітити певні відмінності в концентрації свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя та бджолиному обніжжі. Концентрація свинцю і кадмію після вимивання розчинних фракцій з бджолиного обніжжя конюшини білої склала 0,20 і 0,015 мг/кг відповідно, для глodu – 0,06 і 0,008 мг/кг, для кульбаби лікарської – 0,14 і 0,014 мг/кг, для клену татарського – 0,09 і 0,007 мг/кг та для липи серцелистої – 0,09 і 0,014 мг/кг. Найвищі рівні концентрації свинцю і кадмію виявлено у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя з конюшини білої та кульбаби лікарської, порівняно з глodom, кленом татарським та липою серцелистою.

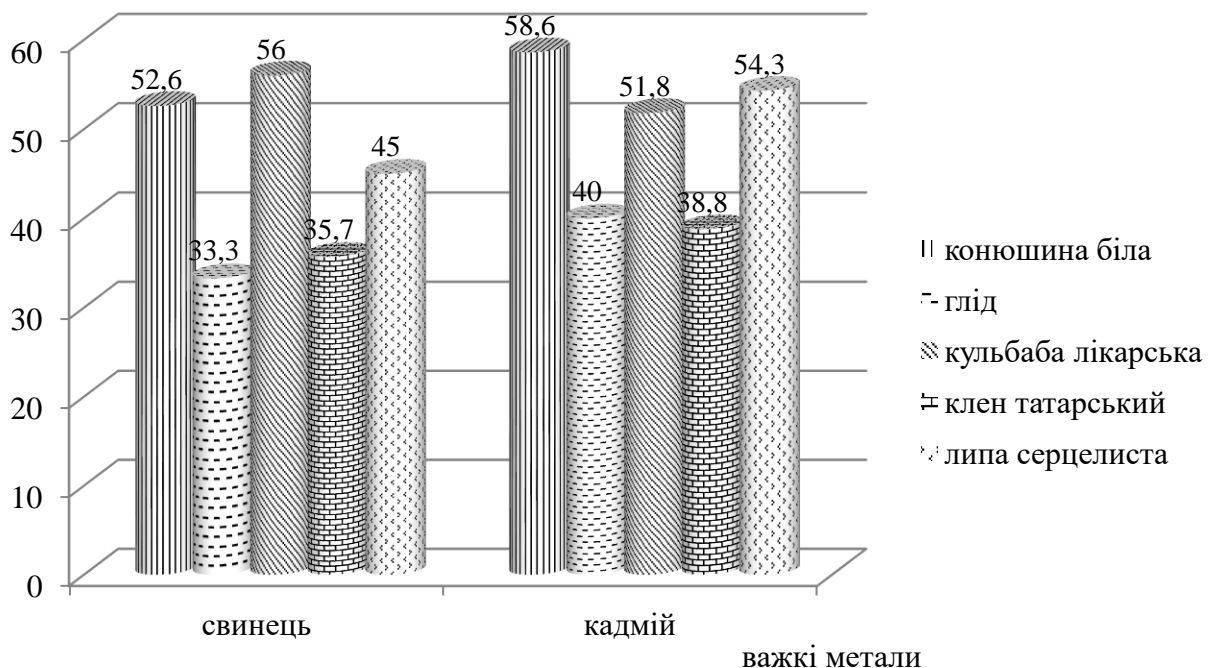
За результатами досліджень виявлено вищий вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя трав'яних нектаропилконосів порівняно з деревними. Так, концентрація свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя, виробленого бджолами з пилку конюшини білої, була відповідно вищою у 3,3 раза ( $P < 0,001$ ) і 2,1 раза ( $P < 0,001$ )



порівняно з глодом, у 4,0 рази ( $P < 0,001$ ) і 2,4 рази ( $P < 0,001$ ) порівняно з кленом та у 2,2 рази ( $P < 0,001$ ) і на 41,6% ( $P < 0,05$ ) порівняно з липою серцелистою. У нерозчинній фракції бджолиного обніжжя, виробленого бджолами з пилку кульбаби лікарської, концентрація свинцю та кадмію була відповідно вищою у 2,3 рази і 1,8 рази порівняно з глодом, у 2,8 рази і 2,0 рази порівняно з кленом та у 1,5 рази і на 16,7% порівняно з липою серцелистою.

Отже, отримані результати досліджень вказують на те, що у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя, виготовленого з пилку конюшини білої та кульбаби лікарської, зафіксовано вищий вміст свинцю і кадмію.

Аналіз отриманих результатів досліджень, що подані на рис. 3.3, показує, що частка концентрації свинцю у нерозчинній фракції від загального вмісту важких металів у бджолиному обніжжі становила з конюшини білої – 52,6%, кульбаби лікарської – 56,0%, липи серцелистої – 45,0%, глоду – 33,3%, клену татарського – 35,7%.



**Рис. 3.3. Вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції відносно вмісту у бджолиному обніжжі, %**

Частка кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя відповідно

становила 51,7%, 40,0%, 51,8%, 38,8% і 58,3%.

Найбільша частка свинцю відносно загального вмісту важких металів виявлено у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя з кульбаби лікарської, кадмію – з конюшини білої.

При виробництві бджолиного обніжжя в однакових екологічних умовах, особливості вмісту свинцю і кадмію були визначені конкретними видами нектаропилконосів. Найвищий вміст свинцю і кадмію виявився в продукції, виготовленій з пилку кульбаби лікарської та конюшини повзучої, порівняно із вмістом у бджолиному обніжжі, виробленому з пилку глоду, клена татарського та липи серцелистої.

Концентрація свинцю у перзі з бджолиного обніжжя пилконосів першої групи (медоноси саду, ріпак озимий, глід, кульбаба лікарська) виявилася вищою порівняно з другою групою (клен, липа серцелиста та широколиста, іван-чай, синяк, конюшина повзуча) на 21,9% та третьою групою (соняшник, буркун білий) – на 5,4% (табл. 3.24).

Таблиця 3.24

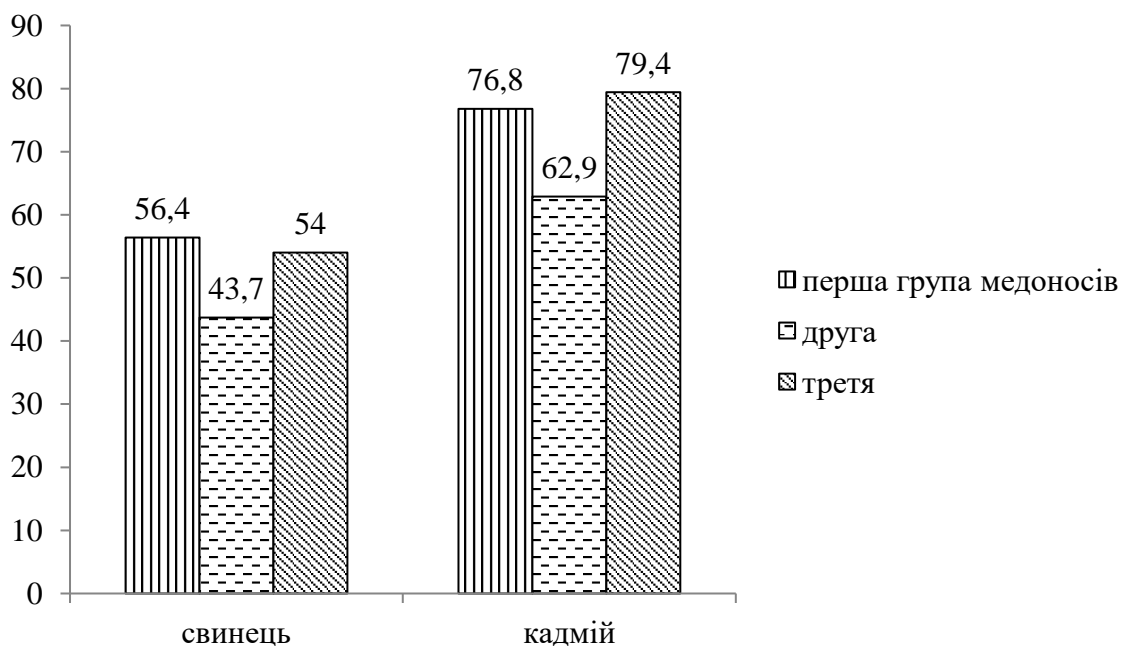
#### Концентрація важких металів у нерозчинній фракції перги, мг/кг

Нектаропилконоси	Свинець		Кадмій	
	перга	нерозчинна фракція перги	перга	нерозчинна фракція перги
I група – сад, ріпак озимий, глід, кульбаба лікарська	0,39± 0,034	0,22± 0,020	0,032± 0,0041	0,023± 0,0030
II група – клен, липа серцелиста та широколиста, іван-чай, синяк, конюшина повзуча	0,32± 0,012	0,14± 0,003***	0,027± 0,0014	0,017± 0,0020***
III група – соняшник, буркун білий	0,37± 0,032	0,20± 0,017	0,034± 0,0027	0,027± 0,0023***

Концентрація кадмію найвища у третій групі пилконосів, порівняно з першою групою – на 6,2% та другою групою – на 25,9%.

Вміст важких металів у нерозчинній фракції перги у групах різнилася залежно від пилконосу. Найвища концентрація свинцю у нерозчинній фракції перги була з нектаропилконосів I групи (саду, ріпаку озимого, глоду, кульбаби лікарської). Порівняно з II групою (клен, липа серцелиста та широколиста, іван-чай, синяк, конюшина повзуча) вміст свинцю більший на 57,1%, II групою (соняшник, буркун білий) – на 10,0%. Вищий вміст кадмію виявлено у III групі нектаропилконосів, його було більше порівняно з I групою на 17,4% і II групою – на 58,8%.

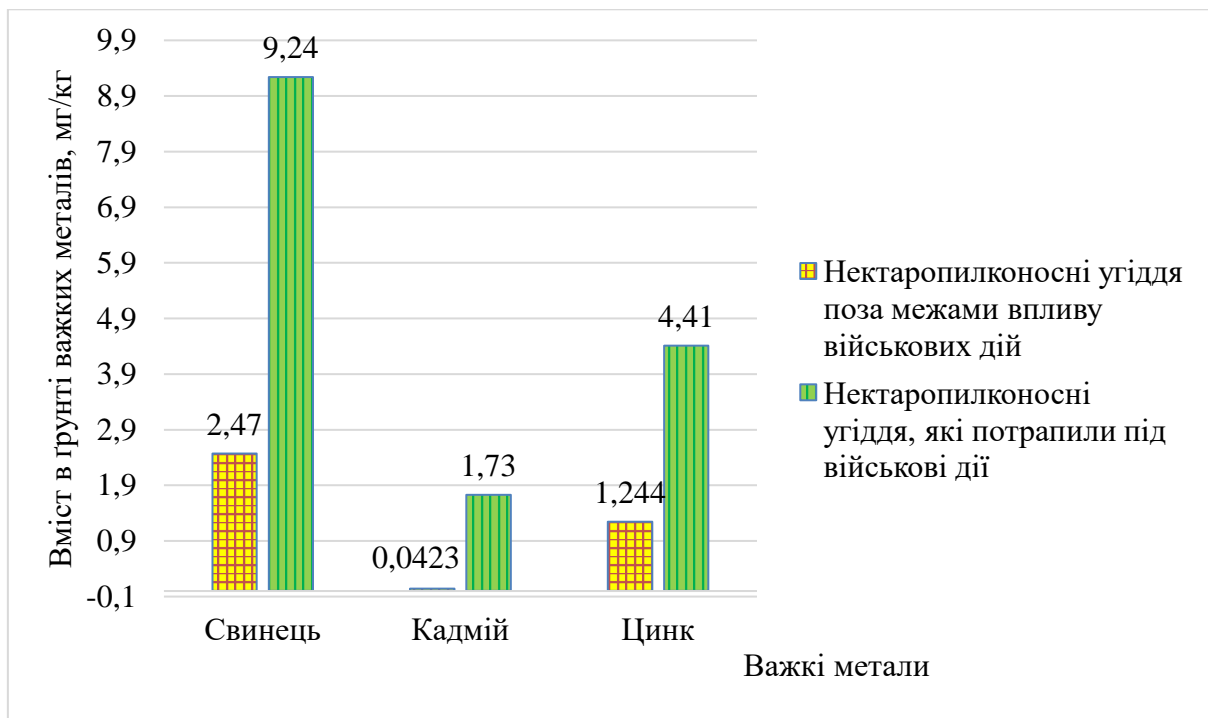
Результати досліджень показали, що вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції перги, відібраної з бджолиних гнізд після квітнування основних нектаропилконосів першої групи (медоноси саду, озимий ріпак, кульбаба лікарська), становив 56,4% і 76,8%, другої групи (клен, липа серцелиста та широколиста, іван-чай, синяк, конюшина повзуча) – 43,7% і 62,9% та третьої групи (соняшник, буркун білий) – 54,0 і 79,4% відповідно відносно загального вмісту важких металів у перзі (рис. 3.4).



**Рис. 3.4. Вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції відносно загального вмісту у перзі, %**

Найвищий вміст свинцю і кадмію у нерозчинній фракції, відносно вмісту у перзі, виявлений у перзі, виготовленій з пилку першої групи нектаропилконосів. Зокрема, вміст свинцю у нерозчинній фракції даної продукції був вищим порівняно з другою та третьою групами на 29,1 п.п. і 4,4 п.п. відповідно. Вміст кадмію вищий у третій групі порівняно з першою на 3,4 п.п. і другою – на 26,2 п.п.

Воєнно-техногенний вплив негативно позначився на чистоті ґрунту щодо важких металів на досліджуваних територіях. Вміст свинцю у ґрунтах нектаропилконосних угідь, що постраждали від військових дій (ракетного обстрілу) виявився вищим у 3,7 раза ( $P < 0,001$ ), кадмію – у 2,7 раза ( $P < 0,001$ ) та цинку – у 1,9 раза ( $P < 0,001$ ) порівняно з ґрунтами, що знаходилися поза межами такого впливу (рис. 3.5).



**Рис. 3.5. Вміст важких металів та мікроелементів у ґрунтах нектаропилконосних угідь, мг/кг**

Результати досліджень з вивчення ефективності поліпшення кормової бази бджіл на територіях постраждалих від військових дій за рахунок вирощування буркуну білого сприяло певному впливу на кількість

вирощеного бджолиними сім'ями розплоду протягом періоду квітіння медоносу.

Зокрема, бджолині сім'ї другої групи, що розміщувалися на території постраждалих від воєнних, за рахунок поліпшення кормової бази вирощуванням буркуну білого виростили більше розплоду у період з 01 червня по 23 серпня. На початку облікового періоду (1.06) кількість запечатаного розплоду була майже однаковою в обох групах табл. 3.25.

Початок квітування буркуну білого на ґрунтах постраждалих від воєнних дій стимулювало бджіл до зростання вирощування розплоду і вже на третю дату обліку (24.06) перевага за даним показником у дослідній групі становила 13,3 % ( $P < 0,001$ ).

Таблиця 3.25

**Динаміка вирощування розплоду бджолиними сім'ями на територіях постраждалих від воєнних дій та використання у медоносній базі буркуну білого, см<sup>2</sup> ( $\bar{x} \pm SD$ , n = 5)**

Дата обліку у період цвітіння буркуну білого	Нектаропилконосні угіддя поза межами воєнних дій	Нектаропилконосні угіддя, що постраждали від воєнних дій (за вирощування буркуну білого)
01 червня	3555 ± 47	3588 ± 43
12 червня	4211 ± 39	4233 ± 47
24 червня	5277 ± 52	5981 ± 66***
06 липня	6266 ± 84	7646 ± 91***
18 липня	7283 ± 91	9096 ± 104***
30 липня	5725 ± 74	7617 ± 81***
11 серпня	3909 ± 83	5630 ± 105***
23 серпня	3555 ± 78	3840 ± 60*

Збільшення кількості квітуючих рослин активізувало бджіл до інтенсивнішого вирощування розплоду в обох групах до 18.07, проте, у дослідній групі даний показник вищий 24,9 % ( $P < 0,001$ ) порівняно з контрольною. Уже на кінець липня знизилася інтенсивність цвітіння медоносів і відповідно бджоли почали вирощувати значно меншу кількість вирощеного розплоду. Зниження у даний період відбулося у контрольній групі на 21,4 %, дослідній – на 16,3 % порівняно з попередньою датою. Бджоли дослідної групи зберігали свою активність до вирощування розплоду, де перевага становила 33,0 % ( $P < 0,001$ ), і до кінця облікового періоду вони не втратили свій потенціал. На кінець облікового періоду і періоду цвітіння буркуну у бджолиних сім'ях, що знаходилися на постраждалих від воєнних дій територіях, вирощено на 8,0 % ( $P < 0,05$ ) більше розплоду.

Вирощування буркуну білого на ґрунтах нектаропилконосних угідь постраждалих внаслідок воєнних дій сприяло збільшенню продуктивності бджолиних сімей за вирощуванням розплоду, що сприяло збільшенню чисельності бджіл і кількості виробленого ними меду, бджолиного обніжжя та перги. За обліковий період бджоли дослідної групи, що утримувалися на постраждалих від воєнних дій територіях, з 01.06 по 23.08 виростили на 20,2 % ( $P < 0,001$ ) більше розплоду (табл. 3.26).

Бджолині сім'ї дослідної групи виробили на 15,3 % ( $P < 0,01$ ) більше валового меду, центрифужного меду на 43,2% ( $P < 0,001$ ) порівняно з бджолиними сім'ями контрольної групи. На зимовий період бджоли дослідної групи заготовили дещо меншу кількість кормового меду – на 5,4 %. Вирощування більшої кількості розплоду стимулювало бджіл сімей дослідної групи до збору більшої кількості бджолиного обніжжя та заготівлі перги. Тому у цих бджолиних сім'ях, які знаходилися на постраждалих від воєнних дій і використовували медозбір з буркуну білого, отримано більше на 21,9 % ( $P < 0,05$ ) бджолиного обніжжя та на 32,1 % ( $P < 0,01$ ) перги.

**Продуктивність бджолиних сімей за використання у медоносній базі  
буркуну білого на територіях порушених внаслідок військових дій  
( $\bar{x} \pm SD, n = 5$ )**

Показник	Контрольна група – нектаропилконосні угіддя поза межами воєнних дій	Дослідна група – нектаропилконосні угіддя, що постраждали від воєнних дій, та за вирощування буркуну білого
Вирощено розплоду за обліковий період, см <sup>2</sup>	39781 ± 1445	47814 ± 608***
Кормовий мед у стільниках, кг	7,02 ± 0,53	6,28 ± 0,59
Центрифужний мед, кг	6,48 ± 0,11	9,28 ± 0,31***
Валове виробництво меду, кг	13,50 ± 0,24	15,56 ± 0,41**
Виробництво обніжжя, кг	0,639 ± 0,034	0,782 ± 0,047*
Виробництво перги, кг	0,811 ± 0,013	1,067 ± 0,038***

Порушення нектаропилконосних угідь внаслідок воєнних дій призвело до значного забруднення бджолиного обніжжя з квіткового пилку, виробленого бджолами з буркуну білого важкими металами (табл. 3.27).

Так, концентрація свинцю у бджолиному обніжжі з пилку буркуну білого становила 1,114 мг/кг, що більше у 15,6 разів ( $P < 0,001$ ) порівняно з територією нектаропилконосних угідь, що знаходилися поза межами воєнних дій. Вміст кадмію на забрудненій території становила 0,281 мг/кг проти 0,0423 мг/кг, що більше у 6,6 раза ( $P < 0,001$ ). Концентрація цинку у бджолиному обніжжі становила 2,25 мг/кг з території, що постраждала від воєнних дій, що у 1,8 раза вище ( $P < 0,01$ ), ніж з нектаропилконосних угідь,

що знаходилися поза межами воєнних дій.

Таблиця 3.27

**Інтенсивність накопичення важких металів та мікроелементів у бджолиному обніжжі ( $\bar{x} \pm SD$ , n=4)**

Важкі метали та мікроелементи	Нектаропилконосні угіддя поза межами воєнних дій			Нектаропилконосні угіддя, що постраждали від воєнних дій		
	бджолине обніжжя, мг/кг	грунт, мг/кг	коефіцієнт накопичення	бджолине обніжжя, мг/кг	грунт, мг/кг	коефіцієнт накопичення
Свинець	0,0714 ± 0,0046	2,47 ± 0,13	0,0289 ± 0,0036	1.114 ± 0,078	9,24 ± 0,17	0,0577 ± 0,0012
Кадмій	0,0423 ± 0,0028	0,633 ± 0,024	0,0671 ± 0,0035	0,281 ± 0,026	1,730 ± 0,067	0,0753 ± 0,002
Цинк	1,244 ± 0,092	2,32 ± 0,10	0,536 ± 0,014	2,25 ± 0,17	4,41 ± 0,38	0,510 ± 0,017

Як видно з отриманих даних щодо коефіцієнта накопичення важких металів у бджолиному обніжжі, то найвищий коефіцієнт переходу спостерігається за цинком (0,510), найменший за свинцем – 0,0577 на територіях постраждалих від воєнних дій. З нектаропилконосних угідь, що знаходилися на територіях, поза межами воєнних дій коефіцієнт накопичення був найвищий за цинком (0,536), найменший – за свинцем (0,0289). Проте, коефіцієнт переходу свинцю і кадмію з ґрунту у бджолине обніжжя вищі з нектаропилконосних угідь, що постраждали від воєнних дій, у 2,0 раза ( $P < 0,001$ ) і на 12,2 % ( $P < 0,05$ ) відповідно. Коефіцієнт переходу цинку, у бджолиному обніжжі навпаки, дещо вищий з нектаропилконосних угідь, що знаходилися поза межами впливу воєнних дій.

За результатами досліджень встановлено, що вирощування буркуну білого на ґрунтах нектаропилконосних угідь постраждалих від воєнних дій



мало вплив на родючості ґрунту (табл. 3.28).

Таблиця 3.28

**Вплив буркуну білого на вміст азоту в ґрунтах нектаропилконосних угідь постраждалих від воєнних дій ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=5$ )**

Ґрунт	Вміст азоту, мг/кг
Перед посівом буркуну білого	127,2 ± 1,4
На кінець першого року вирощування буркуну білого	130,4 ± 1,3
На кінець другого року вирощування буркуну білого	135,1 ± 1,6

Вміст азоту збільшився за перший рік вирощування культури на 2,4 %, на другий рік – на 3,8% ( $P < 0,05$ ) порівняно із попередніми зразками ґрунтів до вирощування на них буркуну білого. За два роки вирощування буркуну білого на постраждалих ґрунтах кількість азоту підвищився на 6,3% ( $P < 0,01$ ).

Тобто, використання тимчасово порушених внаслідок воєнних дій сільськогосподарських угідь для вирощування буркуну білого сприяє не тільки підвищенню розвитку бджолиних сімей, їх продуктивності, але й відновленню ґрунту.

**3.4. Виробництво гомогенату трутневих личинок та інтенсивність накопичення в ньому важких металів і мікроелементів**

Гомогенат трутневих личинок має високий вміст білку, вуглеводів, мінеральних речовин вітамінів та інших біологічно активних речовин. Завдяки багатому складу біологічно активних речовин, гомогенат трутневих личинок є цінним продуктом для здоров'я людини, тому він використовується як дієтична добавка у харчуванні людини. Але найбільше застосовується гомогенат у годівлі бджіл в якості білкового корму.

Виробництво гомогенату трутневих личинок залежить від сезону року та цвітіння певного виду нектаропилконосу (табл. 3.29).

Результати досліджень показали, що виробництво гомогенату за сезон в 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.

Таблиця 3.29

**Виробництво гомогенату трутневих личинок, кг ( $\bar{x} \pm SD$ , n=231)**

Основні нектаропилконоси	Виробництво гомогенату трутневих личинок в середньому по групі		
	мінімальна продуктивність	максимальна продуктивність	середня продуктивність
Ріпак озимий та різнотрав'я	0,67 ± 0,034	0,270 ± 0,009	0,218
Липа, гречка	0,305 ± 0,027	1,250 ± 0,14	0,777
Соняшник, буркун білий	×	×	×
Разом за сезон	0,372	1,520	0,945

Кожна бджолина сім'я вирощувала різну кількість трутневого розплоду, тому й відповідно отримано різні результати з виробництва гомогенату трутневих личинок. Коливання у значеннях під час цвітіння ріпаку озимого і весняного різнотрав'я спостерігалось 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 даної продукції в середньому по групах бджолиних сімей була за періодом цвітіння липи і гречки, у 3,6 раза більше.

Аналізуючи вплив сили бджолиних сімей на кількість виробленого гомогенату трутневих личинок, необхідно відмітити, що найбільшу кількість вироблено бджолиними сім'ями, які перед початком цвітіння озимого ріпаку і різнотрав'я займали в середньому 9,5 вуличок бджіл (0,95 кг) (табл. 3.30).

Значно менше продукції отримано у бджолиних сім'ях, які займали 6,5 і 4,5 вуличок, з різницею на 47,9% ( $P < 0,001$ ) і 71,3% ( $P < 0,001$ ) проти

показника у найсильнішої сім'ї.

Таблиця 3.30

**Вплив сили бджолиних сімей на виробництво гомогенату трутневих личинок, кг ( $x \pm SD$ , n=5)**

Сила бджолиних сімей	Кількість бджолиних сімей	Вироблено в середньому по групі
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, гречки, різнотрав'я, 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. 3.31).

Таблиця 3.31

**Концентрація важких металів та мікроелементів у гомогенаті трутневих личинок, мг/кг ( $x \pm SD$ , n=5)**

Назва елемента	Гомогенат трутневих личинок вироблений під час цвітіння			
	липи, гречки та різнотрав'я		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*

Дещо нижчі показники за вмістом важких металів отримано у гомогенаті трутневих личинок, одержаних в період цвітіння ріпаку озимого та весняного різнотрав'я. Зокрема, вміст свинцю нижчий за гранично допустимі рівні у 52,6 разів, кадмію – у 55,6 разів, цинку – у 57,5 разів і міді – у 84,7 разів. Водночас, необхідно відмітити нижчий вміст у гомогенаті трутневих личинок, виробленого 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 (при  $P < 0,05$ ).

На коефіцієнт накопичення важких металів впливав вміст цих металів у меді, що також залежало від забрудненості ґрунтів, на яких вирощувалися нектаропилконоси (табл. 3.32).

Таблиця 3.32

**Коефіцієнт накопичення важких металів та мікроелементів у гомогенаті трутневих личинок ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=5$ )**

Назва елемента	Гомогенат трутневих личинок вироблений під час цвітіння					
	липи, гречки та різнотрав'я			ріпаку озимого та весняного різнотрав'я		
	вміст у ґрунті	вміст у меді	$K_{\text{нак. у гомогенаті}}$	вміст у ґрунті	вміст у меді	$K_{\text{нак. у гомогенаті}}$
Свинець	$0,72 \pm 0,027$	$0,027 \pm 0,07$	0,037	$0,69 \pm 0,06$	$0,019 \pm 0,002$	0,027
Кадмій	$0,24 \pm 0,013$	$0,015 \pm 0,001$	0,060	$0,20 \pm 0,15$	$0,009 \pm 0,0003$	0,045
Цинк	$4,5 \pm 0,21$	$0,232 \pm 0,033$	0,051	$5,75 \pm 0,4$	$0,174 \pm 0,022$	0,030
Мідь	$1,2 \pm 0,32$	$0,074 \pm 0,003$	0,061	$1,0 \pm 0,11$	$0,059 \pm 0,0003$	0,059

Виявлено нижчий коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію, цинку та

міді (табл. 3.32) у гомогенаті трутневих личинок виробленого в період цвітіння озимого ріпаку і різнотрав'я на 2,7%, 25%, 41% та 3,3% відповідно порівняно з аналогічною продукцією виробленою у період цвітіння гречки, липи та різнотрав'я.

Дещо нижчі показники за вмістом важких металів отримано у гомогенаті трутневих личинок, одержаних в період цвітіння ріпаку озимого та весняного різнотрав'я. Зокрема, вміст свинцю нижчий за гранично допустимі рівні у 52,6 разів, кадмію – у 55,6 разів, цинку – у 57,5 разів і міді – у 84,7 разів. Водночас, необхідно відмітити нижчий вміст у гомогенаті трутневих личинок, виробленого 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. 3.33) у гомогенаті трутневих личинок виробленого в період цвітіння озимого ріпаку і різнотрав'я на 2,7%, 25%, 41% та 3,3% відповідно порівняно з аналогічною продукцією виробленою у період цвітіння гречки, липи та різнотрав'я.

Коефіцієнт небезпеки важких металів та мікроелементів у гомогенаті трутневих личинок табл. 3.33 не перевищував граничну межу 1.0.

Поряд з цим необхідно відмітити, що у гомогенаті трутневих личинок, виробленого 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 аналогічною продукцією, виробленою в період цвітіння липи та гречки.

Тобто, виробництво гомогенату трутневих личинок залежить від ботанічного походження нектаропилконосів, періоду його заготівлі та сили бджолиних сімей. Під час цвітіння липи та гречки отримано найбільшу

кількість гомогенату трутневих личинок.

Таблиця 3.33

**Коефіцієнт накопичення важких металів та мікроелементів у гомогенаті трутневих личинок залежно від періоду цвітіння нектаропилконосів, мг/кг ( $x \pm SD$ , n=5)**

Назва елемента	Гомогенат трутневих личинок, вироблений під час цвітіння					
	липи, гречки, різнотрав'я			ріпаку озимого та різнотрав'я		
	ГДК	фактична концентрація	$K_{неб.}$	ГДК	фактична концентрація	$K_{неб.}$
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

Водночас необхідно відмітити різну інтенсивність накопичення у ньому важких металів. Найвищий вміст токсикантів виявлено у гомогенаті трутневих личинок, виробленого у період цвітіння ріпаку озимого та різнотрав'я, проте, перевищень ГДК не виявлено.

### **3.5. Ефективність удосконалення елементів технології виробництва продукції бджільництва**

Максимальне використання сильних бджолиних сімей на всіх етапах пасічницького сезону, включаючи періоди активного медозбору, запилення культур та інші підходи до використання потенціалу бджіл є важливими чинниками для підвищення прибутковості бджільництва. Загальновідомо, що за утримання сильних бджолиних сімей прослідковується висока ефективність запилення сільськогосподарських культур та виробництво

продукції бджільництва. Собівартість утримання сильних бджолиних нижча порівняно з середніми чи слабкими за силою сім'ями.

За результатами досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного на досліджуваних територіях Вінниччини найвищим рівнем виробництва білкової продукції (бджолине обніжжя, перги та гомогенату трутневих личинок) характеризується перша половина активного сезону бджіл. У даний період потужним джерелом нектару і пилку є ріпак озимий, сад, акація біла та різнотрав'я. У цей період виробляється найбільше білкової продукції з низьким, порівняно з іншими нектароносами, вмістом важких металів. Однак, отримано низьку продуктивність бджолиних сімей з виробництва бджолиного обніжжя, перги та гомогенату трутневих личинок. Однією з причин є недостатня сила бджолиних сімей, що не дає можливості ефективно використовувати наявний медозбір.

Практика показує, що збереження і утримання сильних бджолиних сімей в умовах Лісостепу правобережного з кожним роком стає проблематичним за недостатнього та нерівномірного медозбору через високі температурні показники та низький рівень зволоження ґрунтів нектаропилконосних угідь. Внаслідок цього знижується розвиток бджолиних сімей та спостерігається високий вихід в зимовий період як бджіл у сім'ях, так і самих сімей. Ослаблення бджолиних сімей негативно позначається на ефективності виробництва продукції бджільництва та рентабельності галузі пасіки в цілому.

Основними причинами високого відходу бджіл в сім'ях, як у осінній період, так і в зимовий період, що суттєво впливає на утримання і збереження сильних бджолиних сімей для продуктивного їх використання для виробництва продукції, є виснаження бджіл на домінуючих соняшникових посівах в умовах Вінниччини та пізнє формування кормових запасів на зимовий період з використанням цукрового сиропу.

За результатами досліджень виявлено, що період формування кормових запасів на зимовий період шляхом підгодівлі бджіл цукровим сиропом мав

певний вплив на кількість вирощеного розплоду (табл. 3.34).

Таблиця 3.34

**Розвиток бджолиних сімей за різних періодів формування кормових запасів на зимовий період, см<sup>2</sup> ( $\bar{x} \pm SD$ , n=5)**

Кількість запечатаного розплоду на:	Період формування кормових запасів та групи бджолиних сімей		
	до початку цвітіння соняшнику I група	по закінченню цвітіння основної маси соняшнику II група	після завершення цвітіння соняшнику III група
01.07	7920±1,2	7708±21	7803±24
12.07	7170±4,2	5344±22 <sup>***</sup>	5112±13 <sup>***</sup>
24.07	5230±1,7	3410±41 <sup>***</sup>	2930±24 <sup>***</sup>
05.08	3071±1,9	2870±31 <sup>***</sup>	3010±25
17.08	2034±4,0	2230±34 <sup>*</sup>	1970±28
Разом за обліковий період	26425	21562	18855

Зокрема, формування кормових запасів за рахунок підгодівлі бджіл цукровим сиропом до початку цвітіння соняшнику в період підтримуючого медозбору у бджолиних сім'ях вирощено на 22,5% більше розплоду порівняно з періодом, коли кормові запаси формувалися по закінченню цвітіння основної маси соняшнику та на 40,1% – після цвітіння соняшнику за період дослідження (з 24.08 по 30.08).

Період формування кормових запасів у бджолиних сім'ях на зимовий період впливав на інтенсивність вирощування розплоду протягом досліджуваного періоду. Так, якщо на першу дату обліку (1.07) різниця між сім'ями, в яких формували кормові запаси до цвітіння соняшнику та по закінченню основної маси цвітіння соняшнику склала 2,7%, то на другу дату (12.07) – 34,1% ( $P < 0,001$ ), через наступних 12 днів (24.07) – 53,4% ( $P <$



0,001), четверту (05.08) – на 7,0% ( $P < 0,001$ ) на користь першої групи, а на п'яту дату обліку (17.08) – на 9,6% ( $P < 0,05$ ) менше.

Різниця між кількістю вирощеного розплоду бджолиними сім'ями, в яких кормові запаси формувалися до цвітіння соняшнику (І група) та після завершення його цвітіння (ІІІ група) на першу дату обліку склала 1,4%, на другу – на 40,3% ( $P < 0,001$ ), третю – на 78,5% ( $P < 0,001$ ), четверту – на 2,0% та п'яту – на 3,2% на користь ІІІ групи. Тобто, згодовування бджолиним сім'ям цукрового сиропу для формування кормових запасів на зимовий період сприяло інтенсивнішому відкладанню маткою яєць та збільшенню кількості вирощеного розплоду. Найвища ефективність щодо вирощування розплоду виявлена у бджолиних сім'ях, яким згодовували цукровий сироп для формування кормових запасів у період до початку цвітіння соняшнику.

Виявлено також вплив періоду формування кормових запасів і на силу бджолиних сімей (табл. 3.35).

Таблиця 3.35

**Вплив періоду формування кормових запасів на силу бджолиних сімей в осінній період ( $x \pm SD$ ,  $n=5$ )**

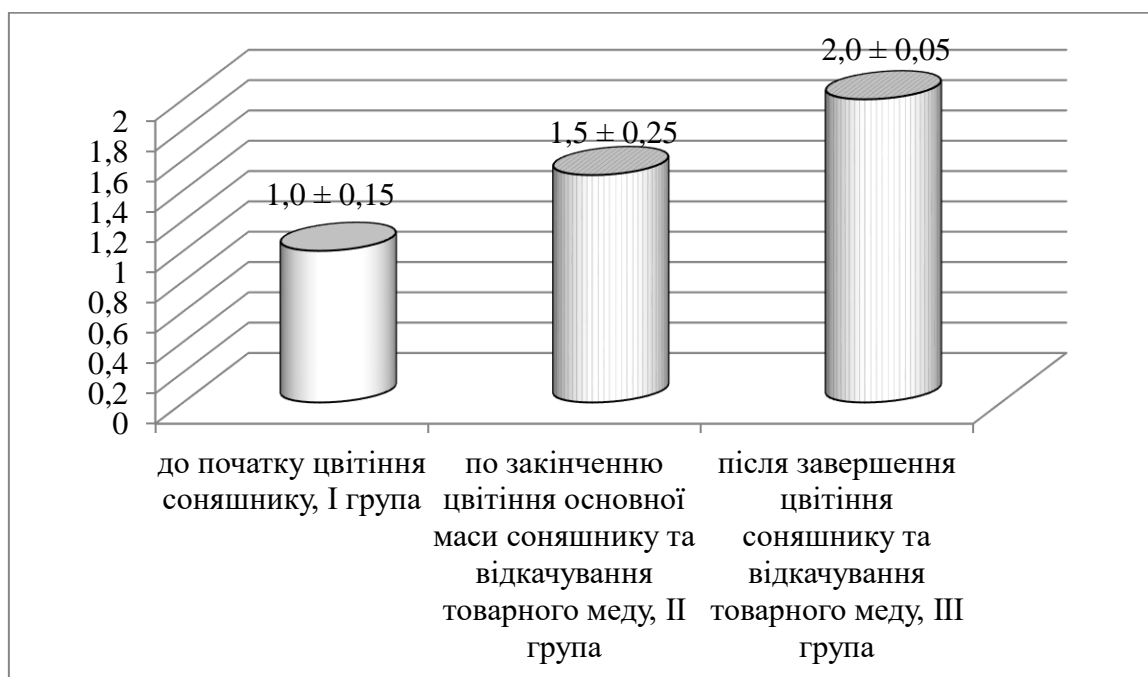
Період формування кормових запасів на зимовий період	Сила бджолиних сімей (вуличок) станом на		
	4.07	24.07	24.08
до початку цвітіння соняшнику, І група	14±0,29	10,5±0,16	9,5±0,12
по закінченню цвітіння основної маси соняшнику та відкачування товарного меду, ІІ група	13,5±0,17	8,5±0,23***	7,5±0,12***
після завершення цвітіння соняшнику та відкачування товарного меду, ІІІ група	14,5±0,13	7,0±0,14***	4,0±0,18***

Зокрема, за формування кормових запасів на зимовий період до

початку цвітіння соняшнику сила сімей в середньому по групі вища порівняно з їх аналогами, які були задіяні для формування кормового меду по закінченню цвітіння основної маси соняшнику, на 26,7% ( $P < 0,001$ ) та після завершення його цвітіння – на 137,5 % ( $P < 0,001$ ).

Відхід бджіл за зимовий період у бджолиних сім'ях, в яких формувалися кормові запаси до початку цвітіння соняшнику, становив у середньому 10,5%, по закінченню цвітіння основної маси соняшнику – 20,0% та після завершення цвітіння соняшника – 50,0% (рис. 3.6).

Відходу бджолиних сімей за зимовий період у групі, де кормові запаси формувалися до цвітіння соняшнику в період підтримуючого медозбору та після цвітіння його основної маси, не виявлено. Тоді як у групі, де кормові запаси формувалися після цвітіння соняшнику відхід бджолиних сімей склав 40%.



**Рис. 3.6. Вплив періоду формування кормових запасів на інтенсивність зменшення сили бджолиних сімей, вуличок**

Часткова заміна цукрового сиропу глюкозно-фруктозним сиропом при формуванні кормових запасів на зимовий період впливала на підвищення інтенсивності вирощування розплоду бджолиними сім'ями та збереженості їх

сили. Результати досліджень щодо вивчення розвитку бджолиних сімей, наведених у таблиці 3.36, показують позитивний вплив ГФС-42 на інтенсивність нарощування бджіл в період підготовки бджолиних сімей до зимівлі.

На першу дату підрахунку (20.07) різниця у вирощенні розплоду по групах становила лише 0,2%, на другу дату (2.08) – різниця збільшилась і в бджолиних сім'ях другої дослідної групи розплоду було більше на 16,7%. На третю і четверту дату підрахунку бджолині сім'ї за згодовування глюкозо-фруктозного сиропу виростили більше розплоду відповідно на 10,0 і 26,8%.

В загальному за обліковий період сім'ї дослідної групи виростили на 10,7% більше розплоду порівняно з контрольною групою.

Таблиця 3.36

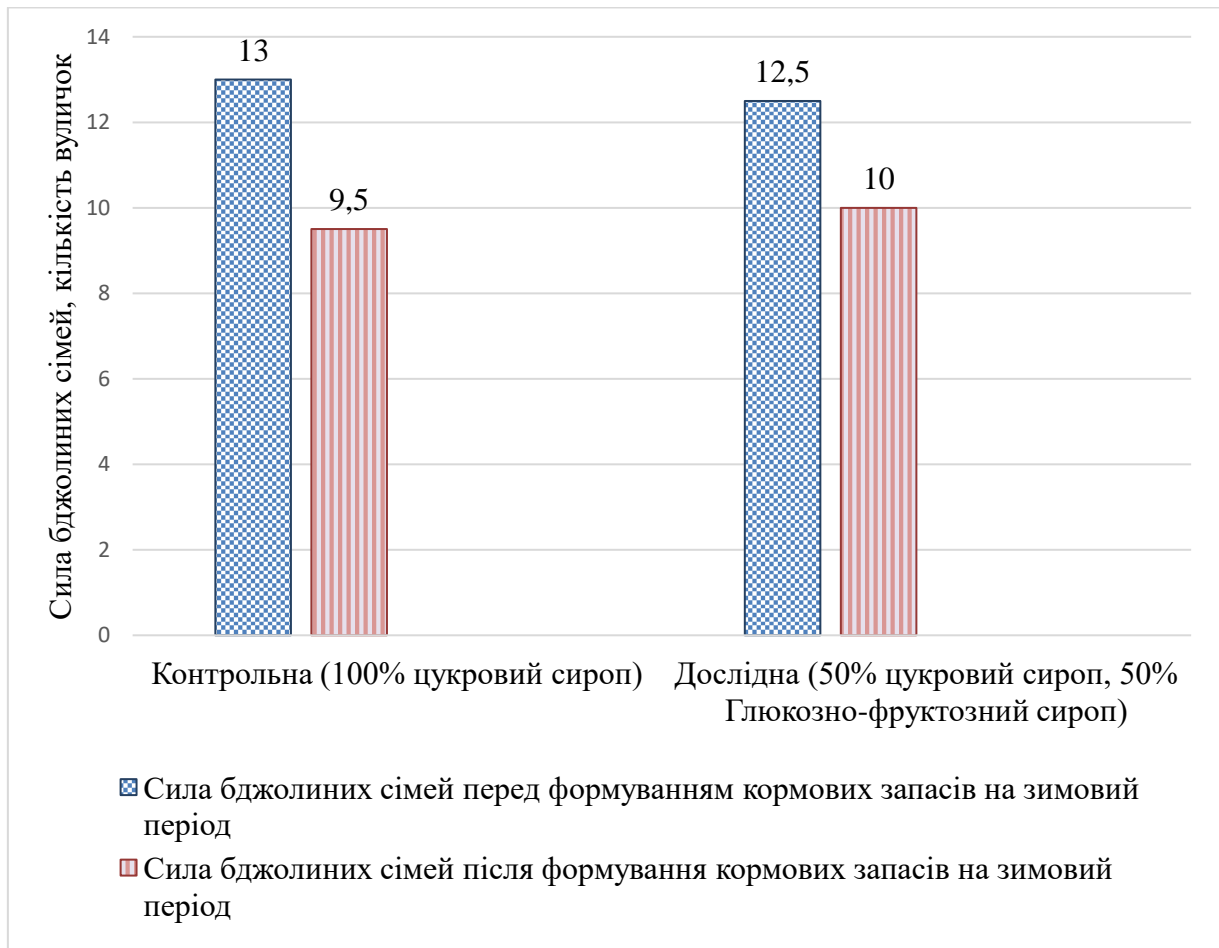
**Розвиток бджолиних сімей за часткової заміни цукрового сиропу  
глюкозно-фруктозним сиропом при формуванні кормових запасів на  
зимовий період ( $x \pm SD$ ,  $n=5$ )**

Група сімей	Кількість сімей, шт.	№ сім'ї	Вирощено розплоду за обліковий період, см <sup>2</sup>					у середньому
			20.07	2.08	14.08	26.08	разом	
1- контрольна	5	23	5230	4327	3970	2150	15677	3919
		4	5420	4800	4560	2122	16902	4226
		9	5170	3700	4900	3400	17170	4293
		1	5340	4380	3760	3150	16630	4158
		31	5600	4170	4010	2115	15895	3974
Разом по групі			5352	4275	4240	2587	16455	4113
2-дослідна	5	41	5240	4950	4700	2120	16910	4228
		22	5292	4830	3900	3540	17362	4341
		36	5470	5750	5170	3400	19790	4948
		7	5410	5300	5250	3750	19710	4928
		18	5300	4118	4300	3600	17318	4329
Разом по групі			5342	4989	4664	3282	18218	4554

Відхід бджіл за зимовий період у бджолиних сім'ях, в яких формувалися кормові запаси до початку цвітіння соняшнику, склав в середньому 10,5%, по закінченню цвітіння основної маси соняшнику – 20,0% та після завершення цвітіння соняшника – 50,5%.

Відходу за зимовий період бджолиних сімей, в яких кормові запаси формувалися до цвітіння соняшнику та після цвітіння основної його маси не спостерігалось. Тоді як у бджолиних сім'ях, які формували кормові запаси після цвітіння соняшнику відхід склав 40% (рис. 3.7).

Збереження сили бджолиних сімей протягом зимового періоду позитивно позначилось на продуктивності на наступний активний сезон.



**Рис. 3.7. Вплив підгодівлі бджіл на збереження сили бджолиних сімей**

Зокрема, бджолині сім'ї, в яких кормові запаси формувалися в період підтримуючого медозбору до початку цвітіння соняшнику, на початку наступного активного сезону після зимівлі, в середньому мали силу

бджолиних сімей  $8,5 \pm 0,12$  вуличок і вони виробили більше на 71,1% ( $P < 0,001$ ) товарного меду, на 66,7% ( $P < 0,001$ ) бджолиного обніжжі та на 78,6% ( $P < 0,001$ ) перги, порівняно з бджолиними сім'ями, у яких кормові запаси формувалися після завершення цвітіння основної маси соняшнику (табл. 3.37).

Таблиця 3.37

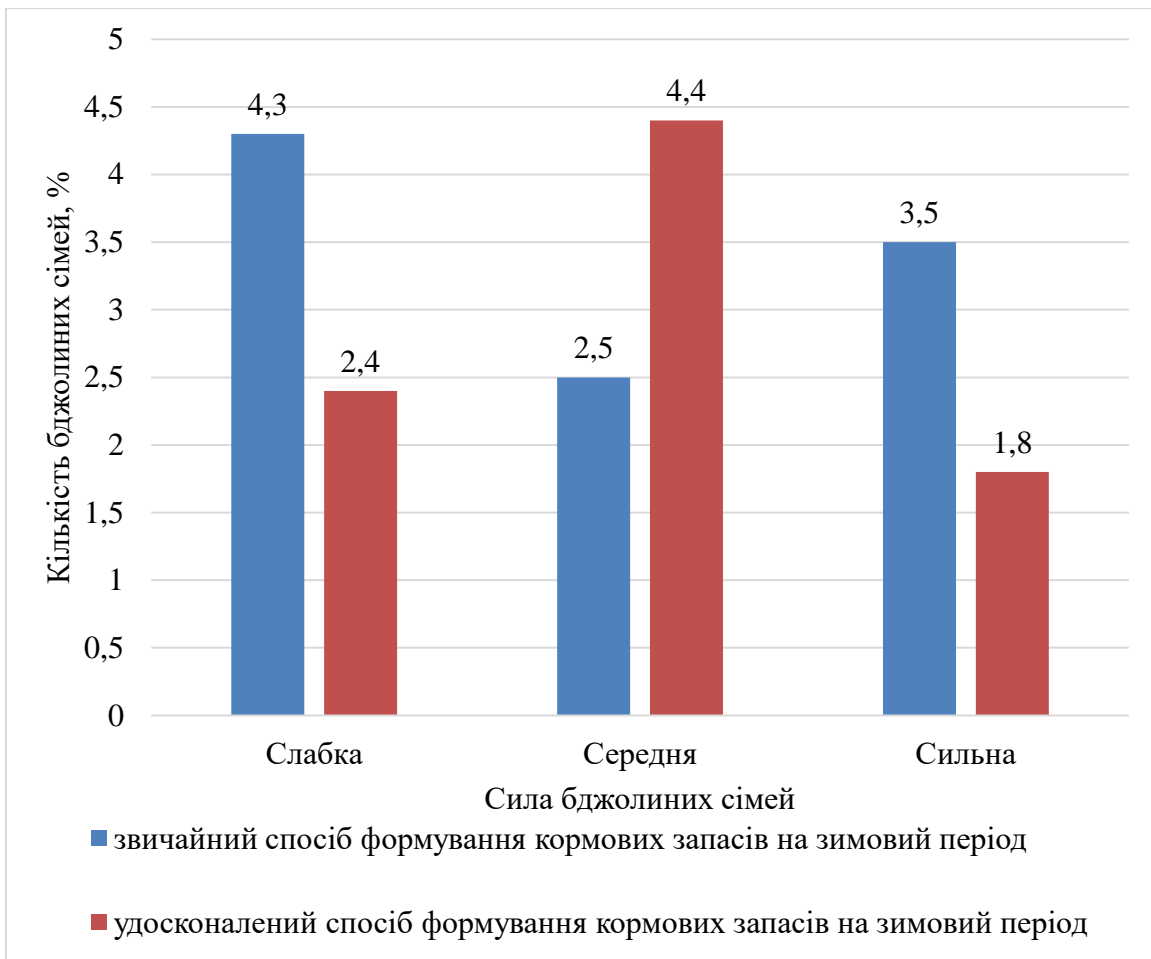
**Вплив періоду формування зимових кормових запасів на продуктивність бджолиних сімей наступного весняного періоду, кг ( $x \pm SD$ ,  $n=105$ )**

Група	Сила бджолиних сімей навесні на початку сезону, вуличок	Вироблено товарної продукції		
		мед	бджолине обніжжя	перга
I	$8,5 \pm 0,12$	$14,2 \pm 0,32$	$1,4 \pm 0,25$	$1,5 \pm 0,15$
II	$6,0 \pm 0,10$	$8,3 \pm 0,18^{***}$	$0,84 \pm 0,03^{***}$	$0,84 \pm 0,06^{***}$
III	$2,0 \pm 0,18$	$4,7 \pm 0,21^{***}$	$0,21 \pm 0,03^{***}$	-

Ще більшу різницю виявлено з виробництва продукції бджільництва між бджолиними сім'ями усіх груп. У сім'ях, в яких кормові запаси були сформовані у період підтримуючого медозбору до цвітіння соняшнику, бджоли виробили меду у 3,02 раза більше ( $P < 0,001$ ), бджолиного обніжжя – у 6,7 раза ( $P < 0,001$ ), порівняно з даними третьої групи.

Розроблений спосіб формування кормових запасів під час підтримуючого медозбору до початку цвітіння посівів соняшнику сприяло зниженню сили бджолиних сімей (рис. 3.8).

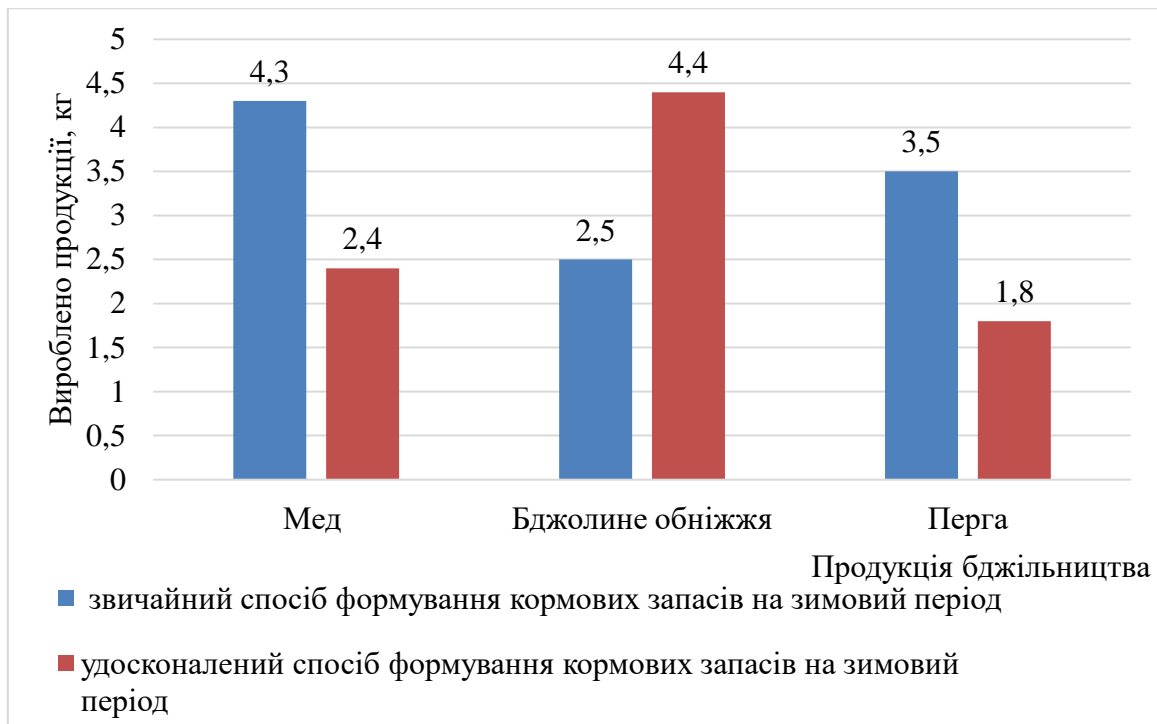
За запропонованого способу формування кормових запасів під час підтримуючого медозбору (підгодівля бджіл цукровим сиропом) до початку цвітіння посівів соняшнику сприяло зниженню слабких та середніх бджолиних сімей на 26,8% і 76% відповідно та підвищення кількості сильних бджолиних сімей у 4,6 раза порівняно зі звичайним способом формування кормових запасів за згодовування цукрового сиропу після повного завершення цвітіння соняшнику та відкачування товарного меду.



**Рис. 3.8. Сила бджолиних сімей у весняний період за відомого і удосконаленого способів формування кормових запасів на зимовий період**

Збереження сили бджолиних сімей позитивно позначилось на використанні медозбору і виробництві продукції бджільництва з нектару і квіткового пилку весняних нектаропилконосів, серед яких основним був ріпак озимий (рис. 3.9).

Так, бджолині сім'ї, в яких кормові запаси на зимовий період формувалися у період підтримуючого медозбору до цвітіння соняшнику, виробили з весняних медоносів у 2,6 раза більше меду, бджолиного обніжжя – у 2,4 раза та перги – у 1,6 раза порівняно з бджолиними сім'ями, в яких формування кормових запасів проводили після відкачування меду з соняшнику.



**Рис. 3.9. Порівняльна оцінка виробництва продукції бджільництва з весняних нектаропилконосів за звичайного та удосконаленого способу формування кормових запасів на зимовий період**

Тобто, формування кормових запасів шляхом підгодівлі бджолиних сімей цукровим сиропом за утримання їх в умовах домінуючих посівів соняшнику в період підтримуючого медозбору до його цвітіння дало можливість зберегти їх силу, як в осінній, так і в зимній період, максимально використавши при цьому медозбір з весняних сільськогосподарських культур, зокрема з ріпаку озимого.

### **3.6. Економічна ефективність впливу періоду формування кормових запасів бджолиних сімей**

Результати економічної ефективності виробництва продукції бджільництва залежно від періоду формування кормових запасів показали, що у групі бджолиних сімей, в яких запаси кормів формували до початку цвітіння соняшнику, собівартість була значно нижчою. Це вплинуло на збільшення отриманого прибутку і відповідно рентабельність у цій групі

була вищою (табл. 3.38).

Таблиця 3.38

**Економічна ефективність впливу періоду формування кормових запасів бджолиних сімей на виробництво продукції бджільництва з весняних нектаропилконосів**

Показник	Період формування кормових запасів та групи бджолиних сімей		
	до початку цвітіння соняшнику I група	по закінченню цвітіння основної маси соняшнику II група	після завершення цвітіння соняшнику III група
Кількість бджолиних сімей у групі, шт.	5	5	5
Вироблено, кг: меду	14,2	8,3	4,7
бджолине обніжжя	1,4	0,84	0,21
перга	1,5	0,84	-
Реалізаційна ціна, за 2022 р., грн./кг			
мед	45	45	45
бджолине обніжжя	280	280	280
перга	1250	1250	1250
Собівартість виробленої продукції (мед, бджолине обніжжя, перга), грн.	1076	1276	1575
Виручка від реалізації продукції (мед, бджолине обніжжя, перга), грн.	2906	1658,7	270,3
Прибуток/збиток, грн.	1830	382,7	-1304,7
Рівень рентабельності, %	170,0	30,0	-82,8



Формування кормових запасів на зимовий період за рахунок підгодівлі бджіл цукровим сиропом в період підтримуючого медозбору до цвітіння соняшнику, має вищу ефективність інтенсивності розвитку бджолиних сімей, збереження їх сили протягом зимівлі та виробництва продукції бджільництва порівняно з періодом формування кормових запасів по закінченню цвітіння основної маси соняшнику та після повного завершення цвітіння.

Загальна собівартість виробленої продукції бджільництва (мед, бджолине обніжжя, перга) найвища була у групі бджолиних сімей, в яких формування кормових запасів проводили після завершення цвітіння соняшнику III група (24.08-30.08). Нижча собівартість даної продукції у сім'ях, в яких формування кормових запасів на зимовий період проводили до початку цвітіння соняшнику I група (4.07-10.07).

У цій групі отримано більшу виручку від реалізації продукції бджільництва (мед, бджолине обніжжя, перга) на 75,2% і в 10,7 разів порівняно з другою і третьою групами відповідно.

У першій групі бджолиних сімей, в яких формування кормових запасів на зимовий період проводили до початку цвітіння соняшнику, отримано найвищий прибуток і відповідно рентабельність виробництва продукції бджільництва з весняних нектаропилконосів становила 170%, що більше на 140% порівняно з групою сімей, де кормові запаси формувалися по закінченню цвітіння основної маси соняшнику. У групі бджолиних сімей, в яких формувалися кормові запаси після повного цвітіння соняшнику, рентабельність виробництва продукції бджільництва становила -82,8%.

## РОЗДІЛ 4. ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі еволюції бджоли адаптувалися до обмежених ресурсів щодо забезпечення власного організму продуктами живлення. Отримуючи всі необхідні поживні речовини, такі як білки, жири, вуглеводи, мінерали, вітаміни та інші, з нектару та квіткового пилку рослин, бджоли забезпечують себе важливими елементами харчування. Таким чином, бджоли існують в тісній взаємодії з нектаропилконосними рослинами, забезпечуючи запилення рослин та одночасно отримуючи необхідні продукти для життєдіяльності бджолиної сім'ї. Один із показників потужності нектаропилконосної бази та рівня забезпечення бджіл нектаром і пилком це їх розвиток, який виражається у збільшенні чисельності вирощеного розплоду та зміцненні сили бджолиних сімей. Цей взаємозв'язок свідчить про успішну взаємодію між бджолами і рослинами, де обидві сторони вигідно взаємодіють. Визначення потужності нектаропилконосної бази та ефективності її використання бджолиними сім'ями включає не лише розвиток, тобто вирощування розплоду, але й важливим показником є виробництво різних продуктів, таких як мед, бджолине обніжжя та інші.

Потужність нектаропилконосної бази визначається рівнем виробництва продуктів живлення для бджіл (нектар і квітковий пилок) та активністю бджіл до збору цих продуктів [185]. Ці продукти впливають на інтенсивність розвитку бджіл та їх продуктивність. Рівень забезпечення бджіл нектаром і квітковим пилком залежить від наявності рослин-нектаропилконосів та їх кількості на конкретній території.

Проведеними дослідженнями встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного на території Вінниччини виробництво товарної продукції бджільництва спостерігається переважно із сільськогосподарських нектаропилконосів, домінуючим серед яких є соняшник. Нектаропилконоси лісопарків та луків і пасовищ створюють умови для підтримуючого медозбору. В окремих випадках досить потужним джерелом забезпечення

бджіл нектаром і квітковим пилком на даних територіях може бути акація біла, інколи ріпак озимий та липа. Нектаропилконосний конвеєр бджіл характеризується нестабільністю і є незадовільним. Причинами такого стану є високі температурні показники зовнішнього середовища, різкі перепади протягом доби та низька кількість опадів.

Відомо, що переважна кількість сільськогосподарських нектаропилконосних угідь у зоні Лісостепу правобережного знаходиться під інтенсивним землеробством. Даному напрямку використання земельних ресурсів притаманне монокультура, велика кількість технологічних операцій, використання хімічних засобів захисту рослин підсилюють процес деградації ґрунтів, що погіршує функціонування агроecosystem та знижує їх продуктивність. Використання обмеженої сівозміни, що відмічається сьогодні практично повсюду, порушення балансу поживних елементів, інтенсивний обробіток ґрунту, стали головними причинами деградації ґрунтів.

Інтенсивний механічний обробіток ґрунту, порушення технології застосування мінеральних добрив, вирощування культур і сортів інтенсивного типу призвели до погіршення структури ґрунтів, підвищення темпів їх агрофізичної деградації. Темпи деградації ґрунтів за таких умов є вищими порівняно з природнім їх відновленням. Внаслідок деградації ґрунтів спостерігаються втрати до 43% поживних речовин, до 39% переущільнення, до 38% замулення та до 14% підкислення і заболочення, до 11% забруднення важкими металами. Майже 90% цих токсикантів потрапляють навколишнє середовище і зосереджується саме у ґрунтах. В Україні із загальної площі ріллі, яка складає 32,4 млн га, до категорії забруднених важкими металами відносять 2,6 млн га. Саме тому в переліку екологічних проблем України забруднення ґрунтів посідає п'яте місце. Серед токсикантів, які потрапляють у ґрунт переважно в результаті інтенсифікації галузі рослинництва, якому характерне високий рівень використання хімічних засобів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин, а

також внесення великих норм удобрення ґрунтів мінеральними добривами, важкі метали займають 15%.

За результатами досліджень встановлено, що у зоні проведення досліджень в умовах вирощування сільськогосподарських нектаропилконосів переважають сірі лісові ґрунти, менше використовуються ясно сірі та темно сірі ґрунти. Найвища забрудненість важкими металами виявлено у ясно сірих лісових ґрунтах та темно-сірих ґрунтах. Водночас необхідно відмітити, що перевищень ГДК по вмісту важких металів не виявлено.

Відомо, що рослини можуть накопичувати у своїй біомасі у декілька десятків, інколи у сотні разів більше важких металів на одиницю маси, порівняно з вмістом цих токсикантів у ґрунті. За результатами наших досліджень виявлено, що найвищий вміст важких металів виявлено у вегетативній масі соняшнику, порівняно менший гречки та ріпаку озимого. Перевищень ГДК при цьому виявлено лише у вегетативній масі соняшнику по свинцю у 1,34 раза, кадмію – у 1,4 раза. Встановлено, що у виробленій продукції бджільництва з лісопаркових нектаропилконосів вміст свинцю, кадмію, цинку та міді був нижчим порівняно з аналогічною продукцією, виробленою з нектару і пилку сільськогосподарських нектаропилконосів. Також відмічено деякими авторами, що у меді, виробленому у першій половині активного сезону, вміст важких металів був нижчим порівняно з другим [9, 21]. Тобто, виявлено вищий вміст свинцю, кадмію і цинку у продукції бджільництва, виробленій в умовах сільськогосподарських нектаропилконосних угідь.

Завданням ефективного бджільництва передбачено утримання сильних сімей навесні і забезпечення безперервного і послідовного нарощування максимальної кількості бджіл до кожного продуктивного медозбору. Умови Лісостепу правобережного останніми роками стають дедалі проблематичними для збереження сильних бджолиних сімей. Високий відхід бджіл у зимовий період негативно позначається на весняний розвиток сімей, що призводить до низької продуктивності сімей у першу половину активного

сезону і негативно впливає на загальну продуктивність галузі. Аналіз причин високого відходу бджіл у сім'ях, включаючи виснаження на соняшникових полях, пізнє формування кормових запасів та недоліки в боротьбі з вароатозом, свідчить про необхідність впровадження комплексних заходів для підвищення ефективності утримання сильних бджолиних сімей і забезпечення стабільного розвитку бджільництва.

Утримання сильних бджолиних сімей забезпечує високу ефективність запилення сільськогосподарських культур і виробництво продукції, а також меншу собівартість утримання порівняно зі слабкими або середніми за силою сім'ями.

Останніми десятиліттями спостерігаються високі темпи втрати бджолиних сімей і пасічники продовжують повідомляти про порівняно низьку виживаність взимку [104, 97]. Втрати бджіл негативно впливають на популяції бджіл і можуть мати серйозні наслідки для збереження рослинності та сільськогосподарського виробництва. Забезпечення повноцінного зимового раціону може бути ключем до успішної зимівлі [97, 115]. Одним із ключових факторів, що впливають на стан бджолиних сімей після зимівлі, є забезпечення їх кормом під час підготовки до зимового періоду. У цей час утримання бджіл вимагає ретельного вивчення умов їх життєдіяльності та наукового обґрунтування комплексу заходів, які сприяють зміні генерацій бджіл перед зимівлею. Особливо важливим є забезпечення необхідних запасів корму, включаючи осінню підгодівлю цукровим сиропом [67].

Медоносним бджолам потрібна значна кількість нектару протягом року [97], особливо враховуючи те, що бджолині сім'ї можуть містити тисячі особин [198]. Проте протягом усього сезону доступ до квітучих рослин може бути обмеженим. Підгодівля цукровим сиропом має вирішальне значення для бджолиних сімей у періоди відсутності природних запасів нектару. Тому пасічники забезпечують бджолині сім'ї цукровою підгодівлею, яка складається з цукрового сиропу [1]. Головною метою такої штучної цукрової підгодівлі є запобігання втратам бджолиних сімей через відсутність

джерел нектару. Періоди між медоносами та зимою є критичними для забезпечення бджіл необхідною цукровою підгодовлею. На здоров'я і розвиток бджолиних сімей впливає також тип годівлі таким сиропом [77]. Дослідження показало, що стимуляція розвитку бджолиних сімей шляхом підгодовлі їх цукровим сиропом із додаванням незбираного молока призвела до значного збільшення темпів їхнього розвитку на 40,4% [133].

Недостатня кількість білкового корму негативно впливає на життєдіяльність бджіл [205]. Це може призвести до сповільнення їх росту і розвитку, що, в свою чергу, має вплив на продуктивність бджолиних сімей. Результати досліджень Міщенко О.А. та ін. [37] підтверджують, що в сильних бджолиних сім'ях створюються кращі умови для вирощування розплоду та накопичення запасів перги. Весняне поповнення кормових запасів бджолиних сімей шляхом підгодовлі бджіл глюкозно-фруктозним сиропом підвищує виробництво бджолиного обніжжя на 89,7 %, перги – на 78,6% та гомогенату трутневих личинок – на 23,7 % [41].

Досліджено вплив періоду підгодовлі бджіл цукровим сиропом на формування кормових запасів для зимового періоду в умовах домінуючого вирощування в нектаропилконосному конвесрі соняшнику на силу бджолиних сімей та їх продуктивність. Згідно з отриманими даними, формування кормових запасів на зимовий період через підгодовлю бджіл цукровим сиропом під час підтримуючого медозбору до цвітіння соняшнику демонструє вищу ефективність порівняно з формуванням кормових запасів після завершення цвітіння основної маси соняшнику. Отримані результати показують, що підгодовля бджіл цукровим сиропом в період підтримуючого медозбору сприяє інтенсивнішому розвитку бджолиних сімей, збереженню їх сили протягом зимівлі та підвищенню виробництва продукції бджільництва. Такий підхід дозволяє забезпечити оптимальні умови для сімей бджіл навесні, зокрема, для активного розвитку під час періоду підготовки до медозбору.

В Україні та світі останніми роками спостерігається зростання інтересу

у пошуку альтернативних джерел повноцінного білка. Одним з 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 та інші корисні складові. Білковий апіпродукт, отриманий з трутневих личинок, містить ідеально збалансований амінокислотний та жирнокислотний склад. Гомогенат трутневих личинок – це один з маловідомих продуктів бджільництва, який отримують із трутневих личинок віком від 3 до 7 днів. Виробництво гомогенату трутневих личинок за сезон на сім'ю у проведених дослідженнях становило 0,945 кг, з яких 77% припадає на період цвітіння липи та гречка та 23% – ріпаку озимого та весняного різнотрав'я.

Перша половина активного сезону бджіл є періодом найвищого рівня виробництва білкової продукції, такої як бджолине обніжжя, перга та гомогенат трутневих личинок. У цей період ріпак озимий, медоноси саду, акація біла та різнотрав'я є важливими джерелами пилку і нектару [59]. Однак, продуктивність слабких бджолиних сімей у виробництві бджолиного обніжжя, перги та гомогенату трутневих личинок залишається низькою, частково через недостатню силу сімей у цей період.

Значне скорочення бджолиних сімей викликає необхідність розробки та впровадження нових технологій в управлінні життєдіяльністю та утриманням бджіл. Харчування медоносних бджіл сильно залежить від навколишнього середовища, тобто від рослинного складу ландшафту [26, 116]. Забезпечення потреб у кормі здійснюється за допомогою зібраних бджолами запасів в активний період [185].

Сильні бджолині сім'ї значно раніше починають льотну активність активність навесні, ніж слабкі, тому й відповідно збирають більше пилку [121]. Весняні стимулюючі підгодівлі бджіл є перспективними для покращення підтримки сили сімей та їх розвитку у вирішальний ранньовесняний період [144].

Найбільше вироблено гомогенату у сім'ях силою 9,5 вуличок на

початку цвітіння озимого ріпаку і різнотрав'я. За вмістом важких металів у гомогенаті перевищень гранично допустимих концентрацій не виявлено. Менший вміст свинцю, кадмію, цинку та міді виявлено у гомогенаті, виробленому в період цвітіння озимого ріпаку та весняного різнотрав'я. У гомогенаті трутневих личинок, виробленого 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 у період цвітіння липи та гречки.

Техногенне навантаження на нектаропилконосні угіддя, які є основними для збору нектару та пилку бджіл, призвело до накопичення шкідливих речовин у продукції бджільництва. Велика частина цих речовин характеризується переходом від ґрунту до рослин, а потім до нектару та квіткового пилку. Цей процес впливає на якість продукції бджільництва, ставлячи певні виклики для виробництва безпечних продуктів бджільництва. Останніми роками через погіршення стану навколишнього середовища висуваються підвищені вимоги по відношенню до їх якості та безпечності продукції бджільництва. Утримання бджолиних сімей у зоні промислового забруднення або біля великих шляхів транспорту негативно впливає на якість продукції бджільництва. Шкідливі речовини, такі як важкі метали, можуть потрапляти в нектар і пилок, які використовують бджоли для виробництва меду та інших продуктів. Це може мати негативний вплив на якість та безпеку цих продуктів для споживачів. Віажливо впроваджувати стратегії зменшення забруднення в окремих регіонах та контролювати виробництво в зонах, де можливе забруднення навколишнього середовища. Отримані результати досліджень щодо вивчення інтенсивності накопичення кадмію та свинцю у бджолиному обніжжі і перзі та в нерозчинних фракціях цих продуктів.показують певну залежність вмісту свинцю і кадмію у бджолиному обніжжі і перзі, вироблених в однакових екологічних умовах. Найвищий вміст даних токсикантів виявлено у даній продукції з трав'янистих пилконосів, конюшини білої та кульбаби лікарської, менший – з деревних



пилконосів (клен татарський, глід, липа серцелиста). Виявлені відмінності за вмістом свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя залежно від ботанічного походження нектаропилконосів. У бджолиному обніжжі та у його нерозчинній фракції зафіксовано вищий вміст важких металів з конюшини білої та кульбаби лікарської порівняно з глоду, клену татарського та липи дрібнолистої. Найбільша частка свинцю відносно загального вмісту важких металів виявлено у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя з кульбаби лікарської, кадмію – з конюшини білої. Найменше забруднені свинцем і кадмієм проби обніжжі з клену татарського. Вищий вміст свинцю виявлено у перзі та нерозчинній її фракції з пилку нектаропилконосів саду, ріпаку озимого, глоду, кульбаби лікарської, кадмію – з соняшнику та буркуну білого.

Внаслідок воєнних дій певні території України зазнали значного техногенного навантаження на довкілля. Особлива тривога викликана порушенням сільськогосподарських ґрунтів, які мають важливе значення для продовольчої безпеки країни. Пошкоджені ґрунти в результаті воєнних дій потребують контролю за забрудненням та відновленням родючості. Дослідження показує переваги вирощування буркуну білого (*Melilotus albus*) на постраждалих від воєнних дій ґрунтах та здійснення контролю за вмістом важких металів у ґрунтах і бджолиному обніжжі з буркуну білого, що вирощувався на цих ґрунтах. Вміст азоту у сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах, що постаржали від воєнних дій, зріс на 6,3% за вирощування буркуну білого. Підвищення рівня азоту у ґрунті покращує його родючість.

Вирощування на постраждалих ґрунтах буркуну білого сприяло інтенсивнішому росту сили сімей, що позитивно позначилося на активізації бджіл до медозбору. Суцільні посіви буркуну білого можуть забезпечити виробництво до 200 кг нектару і 120 кг квіткового пилку на 1 га [145]. Це важливо для забезпечення бджіл необхідними ресурсами для їхнього здоров'я та активності. Завдяки посіву буркуну білого на дослідній пасіці

отримано більшу кількість меду, бджолиного обніжжя та перги. За пасічницький сезон бджоли більше виростили на 20,2 % розплоду, заготовили на 15,3 % меду, на 21,9 % бджолиного обніжжя та на 32,1 % перги. За результатами проведених досліджень виявлено підвищений рівень свинцю, кадмію та цинку на сільськогосподарських угіддях, які постраждали від воєнних дій, у порівнянні з територіями, які були поза межею впливу даного фактору. Це призвело до збільшення вмісту важких металів у бджолиному обніжжі, отриманого з буркуну білого. Забрудненість бджолиного обніжжя з буркуну білого перевищувала допустимі норми за вмістом кадмію, свинцю і цинку. При цьому коефіцієнт переходу з ґрунту у бджолине обніжжя були виявлені за цинком. Отримані результати доповнюють сучасні дані щодо біоіндикації продукції бджільництва і нектаропилконосних угідь, що знаходяться на забруднених територіях. Аналіз бджолиного обніжжя та пилку може дати інформацію про рівень забруднення навколишнього середовища і дозволити оцінити екологічний стан нектаропилконосних угідь. Такий моніторинг може бути корисним для прийняття рішень щодо охорони навколишнього середовища та здоров'я населення.

Техногенне навантаження на нектаропилконосні угіддя викликає накопичення у продукції бджільництва різних токсикантів, що негативно позначається на її якості та безпеці. Серед низки токсикантів, які перебуваючи в обмінній формі постійно мігрують у системі ґрунт-продукція рослинництва-продукція бджільництва, важкі метали представляють високу небезпеку. Тому виникає потреба у проведенні моніторингу надходження важких металів у мед для контролю його якості у сучасних екологічних умовах виробництва. Найвища концентрація свинцю та кадмію виявлена у поліфлорному меді, виробленому бджолами з нектару липи, гречки, різнотрав'я, в якому більший вміст золи і паді, порівняно з аналогічною продукцією, виробленою з нектару медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я та соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я. Найнижча

концентрація свинцю та кадмію у меді, виробленому з нектару ріпаку озимого, медоносів саду, різнотрав'я. За підвищення рівня золи у поліфлорному меді від 96,9% (соняшнику, буркуну білого, різнотрав'я) до 224% (липи, гречки, різнотрав'я) спостерігалось збільшення концентрації свинцю від 17,6% до 52,9%, кадмію – від 30% до 60%. По зростаючій величині забруднення меду, виробленого в одній екологічній зоні, спостерігається наступна послідовність: мед з нектару медоносів саду, ріпаку озимого, різнотрав'я→мед з нектару соняшника, буркуну білого, різнотрав'я→мед з нектару липи, гречки, різнотрав'я. Концентрація свинцю та кадмію у відібраних зразках меду з різних медоносів нижча за допустимі рівні показників безпеки ДСТУ 4497:2005.

## ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень оптимізовано та удосконалено елементи технології виробництва продукції бджільництва в умовах техногенного навантаження на нектаропилконосні угіддя, що сприяло підвищенню використання нектаропилконосної бази у весняний період та зниженню вмісту важких металів (свинцю, кадмію) та мікроелементів (цинку та міді) у меді, бджолиному обніжжі, перзі та гомогенаті трутневих личинок.

1. На нектаропилконосних угіддях Лісостепу правобережного виявлено нижчий вміст свинцю та кадмію у сірих лісових ґрунтах відповідно на 22,2% та 23,5%, у темно-сірих – на 44,4% та 41,1%, порівняно з ясно-сірими ґрунтами. За поверхневого обробітку ґрунтів найвища концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді була виявлена в 10-14-см прошарку ґрунту, тоді як за глибокого – в 28-30-см прошарку.

2. У вегетативній масі соняшнику вміст свинцю на 42,6%, кадмію – у 2,0 рази, цинку – на 16,1% та міді – на 24,0% вищий порівняно з ріпаком озимим, порівняно з гречкою – відповідно на 27,6% (у 2,2 рази) та 37,8% (у 2,3 рази).

3. В умовах Лісостепу правобережного на Вінниччині виробництво товарного меду становило 39,5 кг на сім'ю за сезон, з якого 18,5% – з ріпаку та різнотрав'я, 13,5% – з гречки і різнотрав'я та 72,3% – з соняшнику та різнотрав'я.

4. Інтенсивність накопичення важких металів і мікроелементів у меді залежала від ботанічного походження нектароносів, рівня мінеральних речовин та техногенного навантаження на ґрунти. У меді з нектару озимого ріпаку та різнотрав'я вміст свинцю був нижчий на 15,0%, кадмію – на 23,1%, цинку – на 35,8% і міді – на 18,3% порівняно з продукцією, виробленою під час цвітіння соняшнику, буркуну білого та різнотрав'я. Підвищення рівня золи у меді супроводжувалося збільшенням у ньому вмісту свинцю і кадмію. Техногенне навантаження від воєнних дій на нектаропилконосні угіддя підвищувало вміст свинцю, кадмію і цинку у ґрунтах нектароносів та меді.

5. У бджолиному обніжжі з ріпаку озимого виявлено нижчий вміст свинцю на 26,0%, кадмію – на 43,2%, цинку – на 8,8% і міді – на 8,6% порівняно з продуктом із гречки, із соняшнику – відповідно на 33,3%; 50,0; 29,7 і 28,9%. Виявлено вищий вміст свинцю і кадмію у нерозчинній у воді фракції бджолиного обніжжя з квіткового пилку трав'яних пилконосів порівняно з деревними пилконосами. За підвищення у ґрунтах, через воєнні дії, свинцю у 3,7 рази, кадмію – у 2,7 та цинку у 1,9 рази виявлено підвищення вмісту цих елементів у бджолиному обніжжі.

6. У перзі з пилку ріпаку озимого і різнотрав'я нижчий вміст свинцю на 24,4%, кадмію – на 46,1% і міді – на 9,7% порівняно з гречкою та різнотрав'ям, порівняно з соняшником і різнотрав'ям менше свинцю на 30,3%, кадмію – на 48,7% і цинку – на 25,6%.

7. У гомогенаті трутневих личинок, виробленого в період цвітіння озимого ріпаку та весняного різнотрав'я, свинцю на 29,6%, кадмію – на 40,0%, цинку – на 25,0% та міді – на 20,2% менше порівняно з аналогічною продукцією, виробленою в період цвітіння гречки та різнотрав'я.

8. Формування кормових запасів з підгодівлею бджіл цукровим сиропом під час підтримуючого медозбору до початку цвітіння соняшнику сприяло більшому вирощуванню розплоду на 40,1%, збереженню сили бджолиних сімей до зимового періоду – у 2,3 рази та протягом зимівлі – на 60%, підвищенню виробництва під час цвітіння ріпаку озимого у 3,0 рази і бджолиного обніжжя – у 6,7 рази порівняно з формуванням кормових запасів після повного закінчення цвітіння соняшнику та відкачування меду.

9. У бджолиних сім'ях, в яких формування кормових запасів на зимовий період проводили до початку цвітіння соняшнику, отримано вищий прибуток, а рентабельність виробництва продукції бджільництва з весняних нектаропилконосів зросла на 140% порівняно з формуванням по закінченню цвітіння основної маси соняшнику. У сім'ях, в яких формували кормові запаси після повного завершення цвітіння соняшнику рентабельність знизилась на 82,8%.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення якості та виробництва меду, бджолиного обніжжя, перги та гомогенату трутневих личинок у природно-кліматичних та техногенних умовах Лісостепу правобережного рекомендуємо:

– використовувати ефективніше ріпак озимий у нектаропилконосному конвеєрі бджіл за рахунок збереження та утримання сильних бджолиних сімей протягом попереднього активного сезону;

– в умовах домінуючих посівів соняшнику у нектаропилконосному конвеєрі для збереження сильних бджолиних сімей формування кормових запасів на зимовий період за підгодівлі бджіл цукровим сиропом проводити до початку цвітіння соняшнику;

– для попередження потрапляння кормового меду, виробленого з цукрового сиропу, у товарний мед перед початком цвітіння соняшнику слід видаляти його з бджолиних гнізд із поверненням тільки під час формування кормових запасів на зимовий період.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамчук Л.О., Сілонова Н.Б., Сухенко В.Ю., Пилипко К.В. Нормативне регулювання показників безпечності та якості меду. *Animal Science and Food Technology*. 2020. Vol. 11. № 4. С. 5–18. DOI:10.31548/animal2020.04.005.
2. Арнаута О.В., Томчук В.А., Бернатович О.В. Особливості нормативного забезпечення якості та безпечності бджолиного меду в Україні і ЄС на етапах його виробництва та реалізації. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Ветеринарні науки*. 2013. № 53. С. 5–7.
3. Безпалій І.Ф., Постоєнко В.О., Поліщук А.А. Біотехнологічні чинники етології бджіл під час збирання нектару. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 188–193. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.23.
4. Білоцерківець Т.І., Генгало Н.О., Михальська О.М., Адамчук Л.О. Оцінювання меду за показниками якості відповідно до чинних нормативів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. Вип. 223. С. 52-26.
5. Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І., Мілігула О.М. Міграція та накопичення свинцю і кадмію у ґрунті і рослинах під впливом добрив. *Агроекологічний журнал*. 2012. Вип. 3. С. 20-23.
6. Броварський В.Д., Бріндза Ян, Отченашко В.В. Методика дослідної справи у бджільництві. Видавничий дім «Вінніченко». 2017. С. 166.
7. Броварський В.Д., Бріндза Ян, Отченашко В.В. Методика дослідної справи у бджільництві. Видавничий дім «Вінніченко», 2017. 166 с.
8. Буцяк В.І., Печар Н.П. Важкі метали в ґрунті та харчових продуктах ПП «Бережниця». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С.З.Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2007. № 3. С.121–125.
9. Врадій О.І. Інтенсивність накопичення важких металів у перзі з

квіткового пилку лісопаркових нектаропилконосів правобережного Лісостепу. *Бджільництво України*. 2024. № 11. С. 11-16. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2023.11.02

10. Голубцов О., Сорокіна Л., Сплодитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія». 2023. 32 с.

11. 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

12. Гриньова Я.Г., Криштоп Є.А. Проблеми забруднення навколишнього середовища важкими металами та шляхи їх подолання. *Інженерія природокористування*. 2021. № 1 (19). С. 111–119. DOI: 10.37700/enm.2021.1(19).111 - 119

13. ДСТУ 4770.1-9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) у ґрунті в буферній амонійацетатній витяжці з рН = 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. 2007. 15 с.

14. Дубін О.М., Василенко О.В. Оцінка якості продукції бджільництва в сучасних екологічних умовах Черкаської області. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. Вип. 1. С. 12-17

15. Калініна І.Г., Долгая М.М. Бджолиний пилочок – як маркерний індикатор екологічного середовища. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди*. 2015. Вип. 17. С. 123-128.

16. Клим О. Я. Вміст жирних кислот і важких металів у пилку з кульбаби лікарської у різних природно-екологічних зонах Карпатського регіону. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок та*



*Інституту біологічної тварин.* 2017. Вип. 18. № 1. С. 55-65.

17. Ковальський Ю., Гутий Б., Федак В., Ковальська Л., Дружб'як А. Вплив якості кормів на розвиток і продуктивність бджолиних маток. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2021. Вип. 23 (95). С. 71–75. DOI: 10.32718/nvlvet-a9510.

18. Ковальчук І.І., Федорук Р.С., Рівіс Й.Ф. Мінеральний і жирнокислотний склад перги бджіл за розміщення пасіки в умовах органічного виробництва. *Наукові доповіді НУБіП.* 2012. №7 (36).

19. Ковальчук І.І., Федорук Р.С. Вміст важких металів у тканинах бджіл та їх продукції залежно від агроекологічних умов Карпатського регіону. *Біологія тварин.* 2013. Вип. 15. № 4. С. 54–65.

20. Ковальчук І.І., Федорук Р.С. Медоносні бджоли та мед – біоіндикатор забруднення навколишнього середовища важкими металами. *Біологія тварин.* 2008. Вип. 10. № 1/2. С. 24–32.

21. Ковальчук І.І., Федорук Р.С., Ковальська Л.М. Рівень важких металів у продукції карпатських бджіл різних породних типів в умовах Закарпаття. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету.* 2014. № 1 (39). Т. 1. С. 151–157.

22. Ковальчук І.І., Федорук Р.С., Рівіс Й.Ф., Саранчук І.І. Вміст окремих важких металів та жирних кислот в «язиках» стільників бджіл за різних екологічних умов довкілля. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і інституту біології тварин.* 2010. Вип. 11. № 2-3. С. 295-299.

23. Ковтун В.А., Мачуський О.В., Лазарева Л.М., Шаповал Ж.В., Коваль О.С., Кулікова О.П. Результати вивчення фізико-хімічних властивостей меду одержаного з різних регіонів України. *Бджільництво України.* 2022. Вип. 1 (1). С. 50-55

24. Короход О., Болоховський В. Бережіть українську землю: Як війна впливає на стан ґрунту та що чекає на органічне виробництво. *Економічна правда*. 2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/05/11/700021/> (дата звернення 20.05.2024)

25. Куцак Р.С. Контроль якості і безпеки продуктів бджільництва. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. Вип. 3. № 4. С. 88–92

26. Кучерявий В.П., Разанова О.П., Разанов О.С. Зміцнення кормової бази для бджіл шляхом посіву головатня круглоголового. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 2 (101). С. 44–51

27. Кучерявий В.П., Разанов О.С. Вплив інвертованого сиропу на розвиток бджолиних сімей. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 5 (99). Т. 2. С. 87-92

28. Лавріненко Ю.А., Влащук А.Н., Дробіт А.С., Влащук О.А. Насіннева продуктивність сортів буркуну білого однорічного на півдні України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. Вип. 2 (78). DOI: 10.31548/dopovidi2019.02.007

29. Лазарева Л. М., Постоєнко О. В. Вплив тривалого зберігання на показники якості меду бджолиного. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 4.

30. Лазарева Л., Постоєнко В., Акименко Л., Ковальська Л. Аналіз показників якості меду різного ботанічного походження. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2023. Вип. 25 (98). С. 162–166. DOI: 10.32718/nvlvet-a9827

31. Лазарева Л.М. Показник вмісту проліну як критерій оцінки якості меду різного ботанічного походження. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*.

2015. Вип. 3. № 4. С. 97-101

32. Лазарева Л.М., Акименко Л.І., Постоєнко В.О., Ковальська Л.М., Постоєнко Г.В., Шаповал Ж.В., Дерунець М.І. Фізико-хімічні показники якості акацієвого меду України. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 4 (841). С. 38-44. DOI: 10.31073/agrovisnyk202304-05

33. Мазур Т. Константні методи математичної обробки кількісних показників. *Ветеринарна медицина України*. 1997. Вип. 9. С. 35-37.

34. Мед натуральний. Технічні умови: ДСТУ 4497:2005. [Чинний від 2005-12-28]. Київ: Держспоживстандарт України. 2007. 21 с. (Національний стандарт України).

35. Митрофанов Д.В., Буднікова Н.В., Бурмістрова Л.А. Гормони трутневого розплоду медоносних бджіл різного віку. *Бджільництво*. 2015. № 7. С. 58-59.

36. Митрофанов Д.В., Буднікова Н.В., Бурмістрова Л.А. Йодне число та кислотне число як показники якості та стабільності трутневого розплоду. *Збірник доповідей науково-практичної конференції «Досягнення молодих вчених – зоотехнічній науці та практиці»*. 2018. С. 327-335.

37. Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Боднарчук Г.Л., Криворучко Д.І., Афара К.Д. Забезпечення потреб бджолої сім'ї в білковому кормі. *Бджільництво України*. 2022. № 1 (9). С. 79-82. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2022.9.10

38. Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Криворучко Д.І., Іщенко Я.А. Біологічні та технологічні особливості отримання бджолоного маточного молочка. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2020. № 1. С. 111–117. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-111-117

39. Недашківський В. Вплив часткових замінників 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. DOI: 10.32718/nvlvet-a9203

40. Недашківський В.М. Вплив гідролізату соєвого молока на виробництво бджолиними сім'ями воску та гомогенату трутневих личинок. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2016. № 2. С. 78-82.

41. Недашківський В.М., Разанов С.Ф. Вплив весняного поповнення кормових запасів бджолиних сімей на виробництво ними квіткового пилку, перги та гомогенату трутневих личинок. *Вісник Полтавського державного аграрного університету*. 2020. № 4. С. 157–162. DOI: 10.31210/visnyk2020.04.19

42. Новгородська Н.В., Разанова О.П., Лютка 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

43. Параняк Р.П., Васильцева Л.П., Макух Х.І. Шляхи надходження важких металів у довкілля та їх вплив на живі організми. *Біологія тварин*. 2007. Т. 9. № 1-2. С. 83–89.

44. Поліщук В.П., Локутова О.А. Біологічні особливості живлення бджіл і збирання квіткового пилку в умовах поліфлорного пилку. *Біологія тварин*. 2002. Вип. 4. С. 1-8.

45. Помазанов В.В., Кисельова В.А., Марданли С.Г., Рогожнікова Є.П. Трутневий розплід – як сировина для виробництва лікувальних та оздоровчих препаратів. *Збірник матеріалів науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні аспекти лабораторної діагностики та інновацій у медицині»*. 2018. С. 63-74.

46. Постоєнко В.О., Галенко Р. Біоіндикатор довкілля – мед. *Тваринництво України*. 2007. № 9. С. 4–9.

47. Прохода І., Постоєнко 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. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2020.4.09

48. Прудніков В.Г. Ефективність різних способів підготовки бджолиних сімей до зимівлі. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2017. Вип. 271. С. 244-248.

49. Разанов О.С. Інтенсивність накопичення Рb та Cd у поліфлорному меді, виробленому у різні періоди цвітіння основних нектаропилконосів Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 135. Ч. 2. С. 199–207.

50. Разанов О.С. Вплив періоду підгодівлі бджіл цукровим сиропом у разі формування кормових запасів на зимовий період на силу бджолиних сімей та виробництво продукції бджільництва. *Бджільництво України*. 2024. Вип. 12. С. 83-88. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2024.12.11.

51. Разанов С.Ф. Вміст радіонуклідів і важких металів у продукції бджільництва. *Агроекологічний журнал*. 2009. Вип. 1. С. 9-11.

52. Разанов О.С., Капріца В.О., Тесля Д.М. Особливості накопичення свинцю і кадмію у нерозчинній фракції бджолиного обніжжя та перги. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2024. Вип. 1 (56). С. 86–90. DOI: 10.32782/bsnau.lvst.2024.1.10

53. Разанов О.С., Попівняк Т.Р. Фактори впливу на виробництво гомогенату трутневих личинок та інтенсивність накопичення в ньому важких металів. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. Вип. 2 (43). С. 101-108. DOI: [10.37406/2706-9052-2024-2.15](https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-2.15)

54. Разанов С.Ф., Швець В.В. Вплив органічних і мінеральних добрив та рівня зволоження ґрунтів на концентрацію свинцю у квітковому пилку. *Агроекологічний журнал*. 2012. Вип. 4. С. 38–41.

55. Разанов С.Ф., Дідур І.М., Швець В.В. Вплив мінеральних та органічних добрив на рівень концентрації кадмію у квітковому пилку. *Технологія виробництва і переробки продукції виробництва*. 2011. Вип. 5 (82). С. 87–89.

56. Разанов С.Ф., Недашківський В.М., Разанов О.С. Основи технології

виробництва продукції бджільництва : навчальний посібник. Біла Церква, 2016. 197 с.

57. Разанов С.Ф., Разанова А.М., Разанов О.С., Куценко М.І. Спосіб використання порушених внаслідок бойових дій ґрунтів в період їх рекультивациі. Патент на корисну модель № 154051. Україна. Бюлетень 40. 2023. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1764901/>

58. Разанова О.П., Безносюк А.М. Перспективи використання у годівлі свиней борошна з личинок комахи чорна львинка. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2024. Вип. 1 (56). С. 91-99. DOI: [10.32782/bsnau.lvst.2024.1.11](https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.1.11)

59. 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.

60. Разанова О.П., Лютка Г.І. Акація біла як кормовий ресурс для розвитку бджолиних сімей. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 86–97.

61. Рівіс Ю.Ф., Постоєнко В.О., Стасів О.Ф., Саранчук І.І., Клим О.Я., Дяченко О.Б., Стадницька О.І., Федак В.Д., Хопаненко О.О. Коефіцієнти переходу важких металів і вміст аніонних жирних кислот у бджолиному обніжжі (пилку рослин) у різних природних зонах Карпатського регіону. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72 (2). С. 164-185. DOI: [10.32636/01308521.2022-\(72\)-2-10](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(72)-2-10)

62. Саранчук І.І. Вміст важких металів у гречаному меді за різного техногенного навантаження на довкілля. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54. Ч. II. С. 172-175

63. Скрипка Г.А., Касянчук В.В. Порівняльний аналіз вмісту хлороорганічних та фосфорорганічних пестицидів у меді та продуктах бджільництва. *Біологія тварин*. 2015. Т. 17. № 1. С. 99-108

64. 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.

65. Черв'яков Д.Е., Луцук С.М., Єрко К.В. Трутневий гомогенат підвищення резистентності організму тварин. *Бджільництво*. 2019. № 10. С. 52-53.

66. 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.

67. Шамро М.О., Шамро Л.П., Соловійова Т.М. Вплив способів створення запасів корму на вирощування бджіл у період осінньої ротації їх генерацій. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 3. С. 70-72.

68. 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

69. Швець В. В. Інтенсивність забруднення свинцем, кадмієм, цинком і міддю медоносних угідь та білкової продукції бджільництва в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 204-214.

70. Швець В.В. Вплив органічно-мінеральних добрив на накопичення свинці і кадмію у квітковому пилку. *Технологія виробництва і переробки продукції виробництва*. 2013. Вип. 10 (105). С. 95–97.

71. Швець В.В. Концентрація Рb і Cd у бджолиному обніжжі та перзі за вапнування кислих ґрунтів медоносних угідь. *Агроекологічний журнал*. 2014. Вип. 1. С. 114–116.

72. Ягіч А.О., Лосєв А.М. Жирні кислоти у гомогенаті трутневих личинок. *Актуальні проблеми інтенсивного розвитку тваринництва*. 2018. 21-1. С. 179-181.

73. Ягіч Г., Лосєв О. Аналіз вмісту трутневого гомогенату залежно від

інтенсивності росту личинок у стільниках різної генерації. *Тваринництво України*. 2020. № 1. С. 16-22

74. Ягіч Г.О., Лосев О.М. Біохімічний склад гомогенату трутневих личинок. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. №7 (35). С. 171–174.

75. Abou-Shaara H.F. Effects of various sugar feeding choices on survival and tolerance of honey bee workers to low temperatures. *Journal of Entomological and Acarological Research*. 2017. Vol. 49. P. 6-12. DOI: 10.4081/jear.2017.6200

76. Acquarone C., Buera P., Elizalde B. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 101 (2). P. 695–703

77. Al-Ghamdi A.A., Abou-Shaara H.F., Ansari M.J. Effects of sugar feeding supplemented with three plant extracts on some parameters of honey bee colonies. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021. Vol. 28. Iss. 4. P. 2076-2082. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.02.050

78. Ali A., Zinnert J. C., Muthukumar B., Kumar M., Peng Ya. Physiological and transcriptional responses of *Baccharis halimifolia* to the explosive “composition B” (RDX/TNT) in amended soil. *Environmental Science and Pollution Research*. 2014. Vol. 21. P. 8261-8270. DOI: 10.1007/s11356-014-2764-4

79. Alias N., Ching K.S., Ab Karim A.N., Al-Rahmi W.M., Al-Maatouk Q. Numerical performance of healthy processing for HMF content in honey. *International Journal of Engineering and Technology*. 2018. Vol. 7 (4). P. 3687–3689. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.21754

80. Aljohar H.I., Maher H.M., Albaqami J., Al-Mehaizie M., Orfali R., Orfali R., Alrubia S. Physical and chemical screening of honey samples available in the Saudi market: An important aspect in the authentication process and quality assessment. *Saudi Pharm Journal*. 2018. Vol. 26. Iss. 7. P. 932–942. DOI: 10.1016/j.jsps.2018.04.013

81. Alloway B.J., Sources of heavy metals and metalloids in soils. *Heavy*



*Metals in Soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability, environmental pollution*. 2013. Vol. 22. P. 11-50. DOI: 10.1007/978-94-007-4470-7

82. Angurets O., Khazan P., Kolesnikova K., Kushch M., Černochova M., Havránek M. Environmental consequences of Russian war in Ukraine. *Publisher : NGO “Green World – Friends of the Earth” (Ukraine) in collaboration with the NGO “Arnika”*. 2023. 80 c.

83. Ayansola A.A., Davies B.A., Davies B.A. “Honeybee floral resources in Southwestern Nigeria”. *Journal of Biology and Life Science*. 2012. Vol. 3. Iss. 1. P. 127-139. DOI: 10.5296/jbls.v3i1.1720

84. Bakour M., Laaroussi H., Menyiy N. El., Elaraj, T., Ghouizi A.El., Lyoussi B. The beekeeping state and inventory of mellifero-medicinal plants in the north-central of Morocco. *Scientific World Journal*. 2021. № 9039726. DOI: 10.1155/2021/9039726

85. Barker A.J., Clausen J.L., Douglas T.A., Bednar A.J., Griggs Ch.S., Martin W.A. Environmental impact of metals resulting from military training activities: a review. *Chemosphere*. 2021. Vol. 265. № 129110. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.129110

86. Bartlet J. The Pollen Landscape. Publisher : Northern Bee Books. 2021. 180 s.

87. Bayir H., Aygun A. Heavy metal in honey bees, honey, and pollen produced in rural and urban areas of Konya province in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29. P. 74569–74578. DOI: 10.1007/s11356-022-21017-z

88. Behmer S.T., Nes W.D. Insect Sterol Nutrition and Physiology: A Global Overview. *Advances in Insect Physiology*. 2003. Vol. 31. P. 1-7. DOI: [10.1016/S0065-2806\(03\)31001-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2806(03)31001-X)

89. Bernkalu E., Bjostad L., Hogeboom A., Carlisle A., Arathi H.S. Dietary Phytochemicals, Honey Bee Longevity and Pathogen Tolerance. *Insects*. 2019. Vol. 10 (1). № 14. DOI: [10.3390/insects10010014](https://doi.org/10.3390/insects10010014)

90. Bianu E., Nica D., Honeybees – bioindicators in a heavy polluted area.

*Second European Conf. of Apidology, Prague 10–14th September. 2006. P. 85.*

91. Biluca F.C., Bernal J., Valverde S., Ares A.M., Gonzaga L.V., Costa A.C.O., Fett R. Determination of free amino acids in stingless bee (meliponinae) honey. *Food Analytical Methods*. 2019. Vol. 12. № 4. P. 902–907. DOI: 10.1007/s12161-018-01427-x

92. Bogdanov S. Pollen: Production, Nutrition and Health: A Review. *Bee Product Science*. 2017. P. 1–36.

93. Bogdanov S., Gfeller M. Classification of honeydew and blossom honeys by discriminant analysis. *Agroscope Liebefeld Posieux*. 2006. Vol. 500. P. 3–7

94. Bogdanov S., Jurendic T., Sieber R., Gallmann P. Honey for nutrition and health: A review. *Journal of the American college of Nutrition*. 2008. Vol. 27 (6). P. 677–689. DOI: 10.1080/07315724.2008.10719745.

95. Bogdanov S., Lüllmann C., Martin P., von der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G., Oddo L. P., Anna-Gloria Sabatini A.-G., Marcazzan G. L., Piro R., Flamini C.C., Morlot M., Lhéritier J., Borneck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., D'Arcy B., Mossel B., Vit P. Honey quality and international regulatory standards: Review by the International Honey Commission. *Bee World*. 1999. Vol. 80 (2). P. 61–69. DOI: [10.1080/0005772X.1999.11099428](https://doi.org/10.1080/0005772X.1999.11099428)

96. Brodschneider R., Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010. Vol. 41. P. 278-294. DOI: 10.1051/apido/2010012

97. Bruckner S., Wilson M., Aurell D., Rennich K., van Engelsdorp D., Steinhauer N., Williams G.R. A national survey of managed honey bee colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership for. *Journal of Apicultural Research*. 2023. Vol. 62. Iss. 3. P. 429–443. DOI: [10.1080/00218839.2022.2158586](https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2158586)

98. Carvalho M., Schwudke D., Sampaio J.L., Palm W., Riezman I., Dey G., Gupta G.D., Mayor S., Riezman H., Shevchenko A., Kurzchalia T.V., Eaton S. Survival strategies of a sterol auxotroph. *Development*. 2010. Vol. 137. P. 3675-

3685. DOI: [10.1242/dev.044560](https://doi.org/10.1242/dev.044560)

99. Celli G., Maccagnani B. Honey bees as bioindicators of environmental pollution. *Bulletin of Insectology*. 2003. Vol. 56 (1). P. 137-139.

100. Chuttong B., Phongphisutthinant R., Sringarm K., Burgett M., Barth O.M. Nutritional Composition of Pot-Pollen from Four Species of Stingless Bees (Meliponini) in Southeast Asia. In *Pot-Honey: A Legacy of Stingless Bees*; Springer: Cham, Switzerland, 2018. P. 313–324. DOI:[10.1007/978-3-319-61839-5\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61839-5_22)

101. Codex Alimentarius Commission. Revised Codex Standard for honey, CodexSTAN 12-1981. URL: <http://www.codexalimentarius.org/>. (дата звернення 20.05.2024)

102. 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](https://doi.org/10.1007/s11356-021-18072-3)

103. Conti M.E., Botre F., 2001. Honey bees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination. *Environmental monitoring and assessment*. 2001. Vol. 69 (3). № 267–82. DOI: [10.1023/a:1010719107006](https://doi.org/10.1023/a:1010719107006)

104. Cox-Foster D.L., Conlan S., Holmes E.C., Palacios G., Evans J.D., Moran N.A., Quan P.-L., Briese T., Hornig M., Geiser D.M. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*. 2007. Vol. 318. Iss. 5848. P. 283–287. DOI: [10.1126/science.1146498](https://doi.org/10.1126/science.1146498)

105. 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. DOI: [10.1039/c2em30084b](https://doi.org/10.1039/c2em30084b)

106. Crane E. Bees, honey and pollen as indicators of metals in the environment. *Bee World*. 1984. Vol. 55. P. 47–49.

107. Cristaldi M., Foschi C., Szpunar G., Brini C., Marinelli F., Triol L. Toxic emissions from a military test site in the territory of Sardinia, Italy.

*International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2013. Vol. 10 (4). P. 1631-1646. DOI: 10.3390/ijerph10041631

108. 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](https://doi.org/10.1080/10937404.2018.1432025)

109. da Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Costa A.C.O., Fett R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*. 2016. Vol. 196. P. 309–323. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.09.051.

110. Degrandi-Hoffman G., Eckholm B.J., Huang M.H. A comparison of bee bread made by Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) and its effects on hemolymph protein titers. *Apidologie*. 2013. Vol. 44. P. 52–63. DOI:[10.1007/s13592-012-0154-9](https://doi.org/10.1007/s13592-012-0154-9)

111. Devillers J. The ecological importance of honey bees and their relevance to ecotoxicology. *Honey Bees*. 2002. P. 1–11. DOI: [10.1201/9780203218655.ch1](https://doi.org/10.1201/9780203218655.ch1)

112. Di Pasquale G., Alaux C., Le Conte Y., Odoux J.-F., Pioz M., Vaissière B.E., Belzunces L.P., Decourtye A. Variations in the availability of pollen resources affect honey bee health. *PLOS ONE*. 2016. Vol. 11. № e0162818. DOI: 10.1371/journal.pone.0162818

113. Diaz E., Massol-Deya A. Trace element composition in forage samples from a military target range, three agricultural areas, and one natural area in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*. 2003. Vol. 39. P. 215-220

114. Dobson H.E.M. Survey of pollen and pollenkitt lipids-chemical cues to flower visitors? *American Journal of Botany*. 1988. Vol. 75. P. 170-182. DOI: 10.1002/j.1537-2197.1988.tb13429.x

115. Dolezal A.G., Toth A.L. Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Current Opinion in Insect Science*. 2018. Vol. 26. P. 114–119. DOI: 10.1016/j.cois.2018.02.006

116. Donkersley P., Rhodes G., Pickup R.W. Honey bee nutrition is linked to landscape composition. *Ecology and Evolution*. 2014. Vol. 4. P. 4195-4206. DOI: [10.1002/ece3.1293](https://doi.org/10.1002/ece3.1293)

117. Dydiv A., Piddubna A., Gucol G., Vradii O., Zhylishchych Yu., Titarenko O., Razanova A., Odnosum H., Postoienko D., Kerek S. Accumulation of lead and cadmium by vegetables at different levels of gray forest soil moistening in the conditions of the right bank forest steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24 (10). P. 198-204. DOI: [10.12911/22998993/170291](https://doi.org/10.12911/22998993/170291)

118. Ellis A., Ellis J.D., O'Malley M.K. The benefits of pollen to honey Bees. *ENY152 Entomology and Nematology Department*. UF/IFAS Extension, Gainesville (FL). 2020. P. 1-3.

119. Erban T., Shcherbachenko E., Talacko P., Harant K. The unique protein composition of honey revealed by comprehensive proteomic analysis: Allergens, venom-like proteins, antibacterial properties, royal jelly proteins, serine proteases, and their inhibitors. *Journal of Natural Products*. 2019. Vol. 82. P. 1217–1226. DOI: [10.1021/acs.jnatprod.8b00968](https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.8b00968)

120. European Parliament. EU Council Directive 2001/110 Relating to Honey. Official Journal of the European Communities; European Union: Brussels, Belgium, 2001. 6 p.

121. Evans S.K., Evans H., Meikle W.G., Clouston G. Hive orientation and colony strength affect honey bee colony activity during almond pollination. *Insects*. 2024. Vol. 15. Iss. 2. № 112. DOI: [10.3390/insects15020112](https://doi.org/10.3390/insects15020112).

122. 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](https://doi.org/10.1007/s11356-023-28141-4)

123. Feas X., Vazquez-Tato M.P., Estevinho L., Seijas J.A., Iglesias A. Organic bee pollen: Botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *Molecules*. 2012. Vol. 17. P. 8359–8377. DOI: [10.3390/molecules17078359](https://doi.org/10.3390/molecules17078359)

124. 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. DOI: 10.1080/03670240500187278

125. Free J.B. Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. *Anim Behav*. 1967. Vol. 15. P. 134-144

126. 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. Vol. 45. № 31. DOI: 10.1186/s41610-021-00212-y

127. Gismondi A., De Rossi S., Canuti L., Novelli S., Di Marco G., Fattorini L., Canini A. From Robinia pseudoacacia L. nectar to Acacia monofloral honey: Biochemical changes and variation of biological properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. Vol. 98. P. 4312–4322. DOI: [10.1002/jsfa.8957](https://doi.org/10.1002/jsfa.8957)

128. González-Mire M.L., Terrab A., Hernanz D., Fernández-Recamales M.Á., Heredia F.J. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005. Vol. 53. № 7. P. 2574–2580. DOI: 10.1021/jf048207p

129. Gonzalez-Paramas A.M., Gomez-Barez J.A., Cordon-Marcos, C., Garcia-Villanova R.J., Sanchez-Sanchez J. HPLC-fluorimetric method for analysis of amino acids in products of the hive (honey and bee-pollen). *Food Chemistry*. 2006. Vol. 95 (1). P. 148–156. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.02.008.

130. 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. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.10.036

131. Hladun K.R., Di N., Liu T.X., Trumble J.T. Metal contaminant accumulation in the hive: Consequences for whole-colony health and brood production in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2016. Vol. 35 (2). № 322-9. DOI: 10.1002/etc.3273

132. Hodges D. The pollen grain drawings of dorothy hodges : taken from

the pollen loads of the honeybee. Publisher : Ibra & Nbb, 2021. 36 p.

133. Hu Y., Liu X., Bai J., Shih K., Zeng E.Y., Cheng H. Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three decades of intense industrialization and urbanization. *Environmental Science and Pollution Research*. 2013. Vol. 20. P. 6150-6159. DOI: [10.1007/s11356-013-1668-z](https://doi.org/10.1007/s11356-013-1668-z)

134. Huang Z.Y., Robinson G. Regulation of honey bee division of labor by colony age demography. *Behav Ecol Sociobiol*. 1996. Vol. 39. P. 147-158. DOI: [10.1007/s002650050276](https://doi.org/10.1007/s002650050276)

135. Human H., Nicolson S.W. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry*. 2006. Vol. 67. P. 1486–1492. DOI: [10.1016/j.phytochem.2006.05.023](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.05.023)

136. Isopescu R.D., Josceanu A.M., Minca I., Colta T., Postelnicescu P., Mateescu C. Characterization of Romanian honey based on physicochemical properties and multivariate analysis. *Revista de Chimie-Bucharest*. 2014. Vol. 65. P. 381–385.

137. Ivanišová E., Kačániová M., Frančáková H., Petrová J., Hutková J., Brovarskyi V., Velychko S., Adamchuk L., Schubertová Z., Musilová J. Bee bread – Perspective source of bioactive compounds for future. *Potravinarstvo*. 2015. Vol. 9. P. 592–598. DOI: [10.5219/558](https://doi.org/10.5219/558)

138. Jergovic M., Miskulin M., Puntaric D., Gmajnić R., Milas Jo. Sipos L. Crosssectional biomonitoring of metals in adult populations in post-war eastern Croatia: differences between areas of moderate and heavy combat. *Croatian Medical Journal*. 2010. Vol. 51 (5). P. 451-460. DOI: [10.3325/cmj.2010.51.451](https://doi.org/10.3325/cmj.2010.51.451)

139. Jirau-Colon H., Cosme A., Marcial-Vega V., Jimenez-Vrelez B. Toxic metals depuration profiles from a population adjacent to a military target range (Vieques) and Main island Puerto Rico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019. Vol. 17 (1). P. 264. DOI: [10.3390/ijerph17010264](https://doi.org/10.3390/ijerph17010264)

140. Johnson R.M., Dahlgren L., Siegfried B.D., Ellis M.D. Acaricide,

fungicide and drug interactions in honey bees (*Apis mellifera*). PLOS ONE. 2013. Vol. 8 (1). № e54092. DOI: 10.1371/journal.pone.0054092

141. Karabagias I.K., Badeka A., Kontakos S., Karabournioti S., Kontominas M.G. Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 146. P. 548–557. DOI: [10.1016/j.foodchem.2013.09.105](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.105)

142. Kastrati G., Paçarizi M., Sopaj F., Tašev K., Stafilov T., Mustafa M. K. Investigation of Concentration and Distribution of Elements in Three Environmental Compartments in the Region of Mitrovica, Kosovo: Soil, Honey and Bee Pollen. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18 (5). № 2269. DOI: 10.3390/ijerph18052269

143. Kieliszek M., Piwowarek K., Kot A.M., Błażej S., Chlebowska-Śmigiel A., Wolska I. Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2018. Vol. 71. P. 170–180. DOI: [10.1016/j.tifs.2017.10.021](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.021)

144. Kim H., Frunze O., Maigoro A.Y., Lee M.L., Lee J.H., Kwon H.W. Comparative study of the effect of pollen substitute diets on honey bees during early spring. *Insects*. 2024. Vol. 15. Iss. 2. № 101. DOI: 10.3390/insects15020101

145. Kim H.J., Hwang J., Ullah Z., Mustafa B., Kwon H.W. Comparison of physicochemical properties of pollen substitute diet for honey bee (*Apis mellifera*). *Journal of Asia-Pacific entomology*. 2022. Vol. 25 (4). № 101967. DOI: 10.1016/j.aspen.2022.101967.

146. Kintl A., Huňady I., Vymyslický T., Ondrisková V., Hammerschmiedt T., Brtnický M., Elbl J. Effect of seed coating and peg-induced drought on the germination capacity of five clover crops. *Plants (Basel)*. 2021. Vol. 10 (4). № 724. DOI: 10.3390/plants10040724

147. Kirk W. A colour guide to the pollen loads of the honey bee. Published by 2nd. Ed. Pub. IBRA. 2006. 58 p.

148. Klym O., Stadnytska O. Concentrations of heavy metals in multifloral



honey from the different terrestrial ecosystems of the Carpathians. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*. 2019. Vol. 18. № 3. P. 11–14. DOI: 10.21005/asp.2019.18.3.02.

149. Komosinska-Vassev K., Olczyk P., Kaźmierczak J., Mencner L., Olczyk K. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complement Altern Med*. 2015. № 297425. DOI: [10.1155/2015/297425](https://doi.org/10.1155/2015/297425)

150. Kowalski S., Łukasiewicz M., Berski W. Applicability of physicochemical parameters of honey for identification of the botanical origin. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2013. Vol. 12 (1). P. 51–59

151. Leach M.E., Drummond F. A review of native wild bee nutritional health. *International Journal of Ecology*. 2018. P. 1-10. DOI: [10.1155/2018/9607246](https://doi.org/10.1155/2018/9607246)

152. Leonhardt, S.D.; Dworschak, K.; Eltz, T.; Blüthgen, N. Foraging loads of stingless bees and utilisation of stored nectar for pollen harvesting. *Apidologie*. 2007. Vol. 38. P. 125–135.

153. Lewkowski O., Mureşan C.I., Dobritsch D., Fuszard M., Erler S. The effect of diet on the composition and stability of proteins secreted by honey bees in honey. *Insects*. 2019. Vol. 10 (9). № 282. DOI: 10.3390/insects10090282

154. Liao L.-H., Wu W.-Y., Berenbaum M.R. Behavioral responses of honey bees (*Apis mellifera*) to natural and synthetic xenobiotics in food. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7 (1). № 15924

155. Losfeld G., Saunier J.-B., Grison C. Minor and trace elements in apiary products from a historical mining district (Les Malines, France). *Food Chemistry*. 2014. Vol. 146. P. 455-459. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.08.105

156. Macukanovic-Jocic M., Jaric S. “The melliferous potential of apiflora of southwestern Vojvodina (Serbia)”. *Archives of Biological Sciences*. 2016. Vol. 68. Iss. 1. P.81–91. DOI: 10.2298/ABS150427130M

157. Madras-Majewska B., Jasinski Z., Lead content of bees, brood and bee

products from different regions of Poland. *Journal of Apicultural Science*. 2003. Vol. 47. Iss. 2. P. 47–55.

158. Mărgăoan R., Stranț M., Varadi A., Topal E., Yücel B., Cornea-Cipcigan M., Campos M.G., Vodnar D.C. Bee Collected Pollen and Bee Bread: Bioactive Constituents and Health Benefits. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8. № 568. DOI: [10.3390/antiox8120568](https://doi.org/10.3390/antiox8120568)

159. Mărgăoan R., Topal E., Balkanska R., Yücel B., Oravec T., Cornea-Cipcigan M., Vodnar D.C. Monofloral honeys as a potential source of natural antioxidants, minerals and medicine. *Antioxidants*. 2021. Vol. 10 (7). № 1023. DOI: [10.3390/antiox10071023](https://doi.org/10.3390/antiox10071023)

160. Massol-Deyá A., Pérez D., Pérez E., Berrios M., Díaz E. Trace elements analysis in forage samples from a US Navy bombing range (Vieques, Puerto Rico). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2005. Vol. 2 (2). P. 263-266. DOI: [10.3390/ijerph2005020009](https://doi.org/10.3390/ijerph2005020009)

161. Meo S.A., Al-Asiri S.A., Mahesar A.L., Ansari M.J. Role of honey in modern medicine. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2017. Vol. 24. Iss. 5. P. 975–978. DOI: [10.1016/j.sjbs.2016.12.010](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.010)

162. Mracevic S.D., Krstic M., Lolic A., Ražic S. Comparative study of the chemical composition and biological potential of honey from different regions of Serbia. *Microchemical Journal*. 2020. Vol. 152. № 104420. DOI: [10.1016/j.microc.2019.104420](https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104420)

163. Munir N., Jahangeer M., Bouyahya A., El Omari N., Ghchime R., Balahbib A., Aboulaghra, S., Mahmood Z., Akram, M., Shah S. M. A. Heavy metal contamination of natural foods is a serious health issue: A Review. *Sustainability*. 2022. Vol. 14 (1). P. 161. DOI: [10.3390/su14010161](https://doi.org/10.3390/su14010161)

164. Nicolson S.W., Human H. Chemical composition of the ‘low quality’ pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie*. 2012. Vol. 44. P. 144–152.

165. Nicolson S.W., Human H. Chemical composition of the ‘low quality’ pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie*. 2012. Vol. 44..

P. 144–152.

166. Nousias P., Karabagias I.K., Kontakos S., Riganakos K.A. Characterization and differentiation of Greek commercial thyme honeys according to geographical origin based on quality and some bioactivity parameters using chemometrics. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017. Vol. 41 (4). № e13061. DOI: [10.1111/jfpp.13061](https://doi.org/10.1111/jfpp.13061)

167. Omelchuk O., Sadohurska S. Nature and War: How Russian Invasion Destroys Ukrainian Wildlife. 2022. <https://www.yournec.org/nature-and-war-how-russian-invasion-destroys-ukrainian-wildlife/>

168. Palmer-Young E.C., Tozkar Ö.C., Schwarz R.S., Chen Y., Irwin R.E., Adler L.S., Evans J.D. Nectar and Pollen Phytochemicals Stimulate Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Immunity to Viral Infection. *Journal of Economic Entomology*. 2017. Vol. 110 (5). P. 1959-1972. DOI: 10.1093/jee/tox193.

169. Pan J., Plant J.A., Voulvoulis N., Oates Ch.J., Ihlenfeld Ch. Cadmium levels in Europe: implications for human health. *Environ Geochem Health*. 2010. Vol. 32. Iss. 1. P. 1–12. DOI: 10.1007/s10653-009-9273-2

170. Pereira P., Bašić F., Bogunovic I., Barcelo D. Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 837. № 155865. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155865

171. Porrini C., Sabatini A. G., Girotti S. Ghini S., Medrzycki P., Grillenzoni F., Bortolotti L., Gattavecchia E., Celli G. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. *Apiacta*. 2003. Vol. 38. P. 63–70.

172. Prazina N., Mahmutović O. Analysis of biochemical composition of honey samples from Bosnia and Herzegovina. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*. 2017. Vol. 5 (3). P. 73–78

173. Primorac L., Angelkov B., Mandić M. L., Kenjerić D., Nedeljko M., Flanjak I., Arapceska M. Comparison of the Croatian and Macedonian honeydew honey. *Journal of Central European Agriculture*. 2009. Vol. 10 (3). P. 263–270.

174. Ratiu I.A., Al-Suod H., Bukowska M., Ligor M., Buszewski B.

Correlation study of honey regarding their physicochemical properties and sugars and cyclitols content. *Molecules*. 2020. Vol. 25 (1). № 34. DOI: 10.3390/molecules25010034

175. Raw materials and food products. Atomic absorption method for determination of toxic elements. 2010.

176. Rawtani D., Gupta G., Khatri N., Rao P. K., Hussain Ch. M. Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 850. № 157932. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.157932

177. Razanov S. F., Tkachuk O. P., Mazur V. A., Didur I. M. Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8 (2). P. 294-300. DOI: 10.31407/ijeec12.306

178. Razanov S. F., Tkachuk O. P., Razanova A. M., Bakhmat M. I., Bakhmat O. M. Intensity of heavy metal accumulation in plants of *Silybum marianum* L. in conditions of field rotation. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (2). P. 131-136. DOI: [https://DOI.org/10.15421/2020\\_75](https://DOI.org/10.15421/2020_75)

179. Razanov S., Holubieva T., Tkalich Y., Symochko L., Zhylishchych Yu., Bakhmat O., Nedilska U., Lysak H., Ohorodnichuk H., Holovetskyi I., Kachmar N. Impact of mineral substances concentration on heavy metal content in polyfloral honey. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2023. Vol. 13 (1). P. 275–280. DOI: DOI: 10.31407/ijeec13.136.

180. Razanov S.F., Ibatulin I.I., Razanov O.S., Dydiv A.I., Voynalovich M.V., Lysak H.A., Lopotych M.J. Productivity of bee families and biomonitoring of corbicular pollen and war-affected honeybee foraging sites with cultivated honey clover (*Melilotus albus*). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15 (1). P. 171–176. doi:10.15421/022425

181. 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.

182. Razanova O.P., Skoromna O.I. Lead and cadmium transition in soil–

plant–honey system. *Știința agricolă*. 2021. № 2. P. 99–104. DOI: 10.55505/sa.2022.1.20.

183. Rewiev A., Erhan S., Matur E. Honey can be used as an indicator of environmental pollution. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*. 2023. Vol. 108. P. 171–175. DOI: 10.37000/abbsl.2023.108.27

184. Rivera M.D., Donaldson-Matasci M., Dornhaus A. Quitting time: When do honey bee foragers decide to stop foraging on natural resources? *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2015. Vol. 3. № 2015. DOI: [10.3389/fevo.2015.00050](https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00050)

185. Robinson B.H., Bischofberger S., Stoll A., Schroer D., Furrer G., Roulier S., Gruenwald A., Attinger W., Schulin R. Plant uptake of trace elements on a Swiss military shooting range: uptake pathways and land management implications. *Environmental Pollution*. 2008. Vol. 153 (3). P. 668–676. DOI: 10.1016/j.envpol.2007.08.034

186. Roulston T.H., Cane J.H., Buchmann S.L. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? *Ecological Monographs*. 2000. Vol. 70. P. 617–643. DOI: [10.2307/2657188](https://doi.org/10.2307/2657188)

187. Rybak-Chmielewska H., Szczęśna T., Waś E., Jaśkiewicz K., Teper D. Characteristics of Polish unifloral honeys IV. Honeydew honey, mainly *Abies alba* L. *Journal of Apicultural Science*. 2013. Vol. 57(1). P. 51–59. DOI: [10.2478/jas-2013-0006](https://doi.org/10.2478/jas-2013-0006)

188. Sagili R.R., Pankiw T., Metz B.N. Division of Labor Associated with Brood Rearing in the Honey Bee: How Does It Translate to Colony Fitness? *PLOS ONE*. 2011. Vol. 6 (2). № e16785. DOI: [10.1371/journal.pone.0016785](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016785)

189. Santos E.I., Meerhoff E., García DaRosa E., Ferreira J., Raucher M., Quintana W., Martínez A., González C., Mancebo Y. Color and electrical conductivity of honeys produced by *Apis mellifera* in Uruguay. *INNOTECH*. 2018. (16 jul-dic). P. 51–55. DOI: 10.26461/16.08.

190. Schmidt L.S., Schmidt J.O., Rao H., Wang W., Xu L. Feeding preference of young worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) fed rape, sesame,

and sunflower pollen. *Journal of Economic Entomology*. 1995. Vol. 88. P. 1591-1595. DOI:[10.1093/JEE/88.6.1591](https://doi.org/10.1093/JEE/88.6.1591)

191. Shapla U.M., Solayman M., Alam N., Khalil M.I., Gan S. H. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: Effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*. 2018. Vol. 12 (1). P. 1–18

192. Sharma N., Singhvi R. Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: a review. *International journal of agriculture, environment and biotechnology*. 2017. Vol. 10 (6). P. 675-679. DOI: [10.5958/2230-732X.2017.00083.3](https://doi.org/10.5958/2230-732X.2017.00083.3)

193. 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. DOI: [10.3390/molecules25235699](https://doi.org/10.3390/molecules25235699).

194. Singh I., Singh S. Honey moisture reduction and its quality. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 55 (10). P. 3861–3871. DOI: [10.1007/s13197-018-3341-5](https://doi.org/10.1007/s13197-018-3341-5).

195. Singh R.P., Singh P.N. Amino acid and lipid spectra of larvae of honey bee (*Apis cerana Fabr*) feeding on mustard pollen. *Apidologie*. 1996. Vol. 27. P. 21-28

196. Skalny A.V., Aschner M., Bobrovnitsky I.P., Chen P., Tsatsakis A., Paoliello M.M.B., Djordevic A.B., Tinkov A.A. Environmental and health hazards of military metal pollution. *Environmental Research*. 2021. Vol. 201. № 111568. DOI: [10.1016/j.envres.2021.111568](https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111568)

197. 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. DOI: [10.1111/1541-4337.12182](https://doi.org/10.1111/1541-4337.12182)

198. Southwick E.E., Heldmaier G. Temperature control in honey bee colonies. *Bioscience*. 1987. Vol. 37. P. 395-399. DOI:[10.2307/1310562](https://doi.org/10.2307/1310562)

199. Standifer LN. Honey Bee Nutrition and Supplemental Feeding.

*Beekeeping in the United States. Agriculture Handbook Number.* 1980. Vol. 335. P. 39–45.

200. Szczęsna T. Long-chain fatty acids composition of honeybee-collected pollen. *Journal of Apicultural Science.* 2006. Vol. 50. P. 65–79.

201. Tafere D.A. Chemical composition and uses of honey: A review. *Journal of Food Science and Nutrition Research.* 2021. Vol. 4. № 3. P. 194–201. DOI: [10.26502/jfsnr.2642-11000072](https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000072)

202. Thakur M., Nanda V. Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology.* 2020. Vol. 98. P. 82–106. DOI: [10.1016/j.tifs.2020.02.001](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001)

203. Thrasyvoulou A., Tananaki C., Goras G., Karazafiris E., Dimou M., Liolios V., Kanelis D., Gounari S. Legislation of honey criteria and standards. *Journal of Apicultural Research.* 2018. Vol. 57 (1). P. 88–96. DOI: [10.1080/00218839.2017.1411181](https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1411181)

204. Toth G., Da Hermann T., Silva M.R., Montanarella L. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. *Environment International.* 2016. Vol. 88. P. 299–309. DOI: [10.1016/j.envint.2015.12.017](https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.017)

205. Tsuruda J.M., Chakrabarti P., Sagili R.R. Honey Bee Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 2021. Vol. 37. Iss. 3. P. 505-519. DOI: [10.1016/j.cvfa.2021.06.006](https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2021.06.006).

206. Tsuruda J.M., Page R.E. The effects of young brood on the foraging behavior of two strains of honey bees (*Apis mellifera*). *Behav Ecol Sociobiol.* 2009. Vol. 64. P. 161-167. DOI: [10.1007/s00265-009-0833-3](https://doi.org/10.1007/s00265-009-0833-3)

207. Tuberoso C.I.G., Jerkovic I., Sarais G., Congiu F., Marijanovic Z., Kus P.M. Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIEaticity coordinates. *Food Chemistry.* 2014. Vol. 145. P. 284–291. DOI: [10.1016/j.foodchem.2013.08.032](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.032).

208. Urcan A.C., Al Marghitas L., Dezmirean D.S., Bobis O., Bonta V., Muresan C.I., Margaoan R. Chemical Composition and Biological Activities of

Beebread–Review. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*. 2017. Vol. 74. № 6. DOI:[10.15835/buasvmcn-asb:12646](https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:12646)

209. Verma V., Singh R., Kumar V. Bioaccumulation and analysis of heavy metals, minerals, and trace elements in the soil, pollen, nectar, and honey samples from Majha region, Punjab, India. *The Pharma Innovation Journal*. 2023. Vol. 12 (12). P. 4034-4044

210. Vit P., Albore G.R.D., Barth O.M., Peña-Vera M., Pérez-Pérez E. Characterization of pot-pollen from Southern Venezuela. In *Pot-Pollen in Stingless Bee Melittology*; Vit, P., Pedro, S.R.M., Roubik, D.W., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2018. P. 361–375. DOI:[10.1007/978-3-319-61839-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61839-5_26)

211. Vit P., Pulcini P. Diastase and invertase activities in Meliponini and Trigonini honeys from Venezuela. *J. Apic. Res.* 1996. Vol. 35. P. 57–62. DOI:[10.1080/00218839.1996.11100913](https://doi.org/10.1080/00218839.1996.11100913)

212. 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. DOI: [10.1021/jf400695w](https://doi.org/10.1021/jf400695w)

213. Yücel Y., Sultanog P. Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics. *Food Bioscience*. 2013. Vol. 1. P. 16–25. DOI:[10.1016/j.fbio.2013.02.001](https://doi.org/10.1016/j.fbio.2013.02.001)

214. Zabala J. M., Marinoni L., Giavedoni J. A., Schrauf G. E. Breeding strategies in *Melilotus albus* Desr., a salt-tolerant forage legume. *Euphytica*. 2018. Vol. 214 (2). № 22. DOI: [10.1007/s10681-017-2031-0](https://doi.org/10.1007/s10681-017-2031-0)

215. Zajdel B., Migdał P., Murawska A., Murawska A., Jojczyk A., Berbec E., Kucharska K. Ja. Gąbka. Concentration of heavy metals in pollen and bees *Osmia bicornis* L. in three different habitats in the łowicz district in central Poland. *Agriculture*. 2023. Vol. 13 (12).



№ 2209. DOI: 10.3390/agriculture13122209

216. Zhang H., Bai R., Wu F., Guo W., Yan Z., Yan Qi., Zhang Yu., Ma J., Zhang J. Genetic diversity, phylogenetic structure and development of core collections in *Melilotus* accessions from a Chinese gene bank. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9 (1). № 13017. DOI: 10.1038/s41598-019-49355-y

217. Zhuk A., Sytnikova I., Fylypchuk T., Bahlei O., Shkrobanets O., Danihlík J., Moskalyk H., Panchuk I., Burkut V., Angelstam P., Fedoriak M. Physicochemical quality indicators of honey: An evaluation in a Ukrainian socioecological gradient. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2022. Vol. 13 (4). P. 354–361. DOI:10.15421/022246

## **ДОДАТКИ**